19. JAHRGANG **Funkschau** FEBRUAR/MÄRZ 1947 Nr. 2/3

Ein neuer Mikrofonverstärker

Schon vor Jahren wurde ein Verstärker entwickelt, der in seinen Abmessungen wesentlich kleiner war, als die alte „Flasche" des Rundfunks und der durch die Elektrometerschaltung (ohne Ableitwiderstand) eine wesentliche Vereinfachung und Verbesserung brachte. Unter Verwendung der gleichen Schaltung wurde jetzt vom Nordwestdeutschen Rundfunk ein neuer Verstärker entwickelt, der sich mit z. Zt. greifbarem Material in größeren Stückzahlen herstellen läßt. Es wurde dabei auf besonders kleine Abmessungen Wert gelegt, da das Kondensatormikrofon mangels geeigneter anderer Mikrofone vom Nordwestdeutschen Rundfunk auch als Reportagemikrofon verwendet wird. Die Anforderungen, die an einen solchen Verstärker gestellt werden, sind naturgemäß sehr hoch, da das Mikrofon als erstes Glied einer langen Übertragungskette eine bestmögliche Qualität aufweisen muß.

Frequenzgang

Besonders schwierig ist es, einen gradlinigen Frequenzgang zu erzielen. Das Kondensatormikrofon mit einer Kapazität von 80—100 pF stellt einen Generator mit kapazitivem Innenwiderstand dar. Dieser Innenwiderstand ist für tiefe Frequenzen sehr groß. Bei 40 Hz und 80 pF wird $\frac{1}{\omega C} = 50\,M\Omega$. Wenn nun der Frequenzgang bis 40 Hz gerade sein soll, so muß bei normaler Schaltung der Ableitwiderstand groß gegen 50 MΩ sein. Macht man diesen Widerstand aber groß, und mißt man mit verschiedenen Röhren den Frequenzverlauf, so stellt man fest, daß dieser in den meisten Fällen keineswegs gerade ist. Man erhält vielmehr einen Abfall, wie er bei wesentlich kleineren Ableitwiderständen zu erwarten ist. Es muß sich also die Röhre anders verhalten, als im ersten Augenblick vermutet.

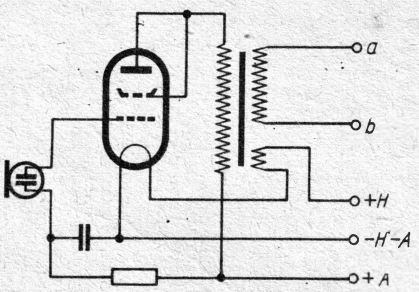


Bild 1. Schaltung des Verstärkers

Ursachen abfallender Frequenzcharakteristik

Dies hat seinen Grund darin, daß die Steuerung der Röhre am Gitter nicht völlig leistungslos verläuft. Bei normalem Betrieb spielt diese Leistung (ungefähr 10—12 Watt) gar keine Rolle. Bei extrem großen Gitterwiderständen kann sie aber größer werden, als die im Ableitwiderstand verbrauchte Leistung. — Ändert man bei einer Röhre die negative Gittervorspannung, so kann man mit einem empfindlichen Instrument einen Strom messen, den sogenannten Anlaufstrom. Dieser hat seine Ursache darin, daß die aus der Katode herausgeschleuderten Elektronen zum Teil so hohe Geschwindigkeiten haben, daß sie imstande sind, gegen eine negative Gitterspannung anzulaufen. Macht man die Gittervorspannung negativer, so wird der Strom sehr schnell kleiner. Er gehorcht sehr genau einer e-Funktion und zwar wird er jeweils um den Faktor 10 kleiner, wenn man die Gittervorspannung um etwa 0,23 V ändert. Der vorhandene Gitterstrom hat nun zur Folge, daß eine kleine Änderung der Gittergleichspannung wie sie bei Anlegen einer kleinen Gitterwechselspannung auftritt, mit einer kleinen Änderung des Gittergleichstroms verbunden ist. Der Widerstand, den die Röhre der kleinen Änderung $\triangle U_g$ entgegensetzt, damit sie die kleine Stromänderung $\triangle I_g$ bewirken kann, ist der Eingangswiderstand $R_g = \frac{\triangle U_g}{\triangle I_g}$. Je größer der sich einstellende Ruhegitterstrom ist, desto kleiner ist dieser Widerstand. Aus dem Kennlinienverlauf kann man errechnen, daß $R_g = \frac{0{,}1\,V}{I_g}$ ist. Man sollte annehmen, daß man durch eine genügend große negative Gittervorspannung I_g genügend klein und damit R_g genügend groß machen kann. Auch ohne jede äußere Vorspannung muß man erwarten, daß der Anlaufstrom am Ableitwiderstand einen Spannungs-Abfall hervorruft, der, als negative Gitterspannung, den Arbeitspunkt um so weiter ins Negative verschiebt, je größer der Ableitwiderstand ist. Im extremsten Fall, bei offenem Gitter, wenn nur der Isolations-Widerstand vorhanden ist, müßte auch ohne äußere Vorspannung I_g genügend klein sein. Ein wirksames $R_g > 50\,M\Omega$ verlangt ein $I_g = \frac{0{,}1\,V}{50\,M\Omega} = 2 \cdot 10^{-9}$ A. Wenn bei einer Vorspannung von Null Volt $I_g = 10^{-6}$ A ist, dann genügt nach den oben gemachten Angaben eine Vorspannung von 1 Volt, um $I_g \approx 10^{-10}$ A zu machen.

Bild 2. Verstärker und Innenteil

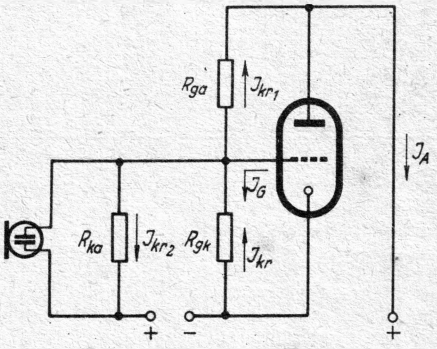


Bild 3. Vereinfachtes Schaltbild mit Isolationswiderständen und darin auftretenden Strömen

Ionenströme und Kriechströme

Bei so kleinen Gitterströmen machen sich aber Ionen- und Kriechströme bemerkbar. Diese verhindern ein weiteres Anwachsen der negativen Gitterspannung. Die Ionenströme entstehen dadurch, daß die aus der Katode austretenden Elektronen, wenn sie auf ein neutrales Atom stoßen, aus diesem ein Elektron herausschlagen. Der Rest, das positiv geladene Ion, nimmt seinen Weg über das negative Gitter und den Ableitwiderstand zur Katode. Will man diesen Strom klein halten, so muß man die Anodenspannung herabsetzen, da dann die Geschwindigkeit der Elektronen kleiner wird. Bei 10 V Anodenspannung sind die Elektronen überhaupt nicht mehr in der Lage, Atome zu ionisieren. Aber auch bei 50 Volt und gutem Vakuum entstehen so wenig Ionen, daß dieser Strom gegenüber dem Kriechstrom keine Rolle mehr spielt. Durch die nie vollkommene Isolation fließen Elektronen von der Katode über die Isolationswiderstände R_{gk} und R_{ga} zur Anode, bzw. über den Isolationswiderstand

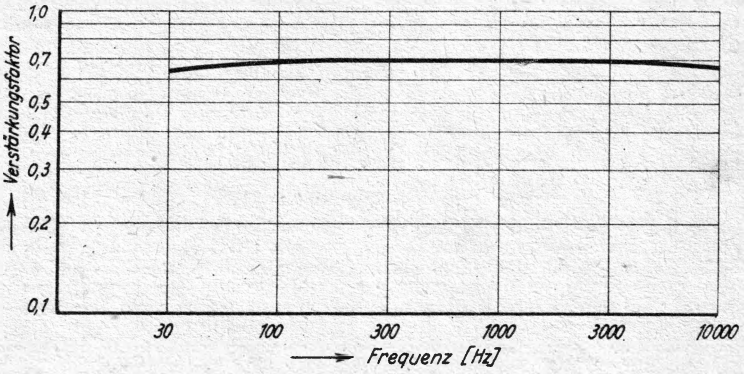


Bild 4. Frequenzgang des Verstärkers

der Kapsel R_{ka} zum positiven Batteriepol (*Bild 3*). Wir sahen, daß bei offenem Gitter die Spannung zwischen Gitter und Katode nur wenig von Null verschieden ist. Der Kriechstrom ist dann durch $\frac{U_a}{R_{ga}/R_{ka}}$ gegeben. Eine Änderung der Gitterspannung hat demnach auf den Isolationsstrom keinen Einfluß, so daß auch kleine Änderungen der Gitterspannung nur Änderungen des Elektronenstroms hervorrufen. Daher können wir auch weiterhin aus $R_g = \frac{0{,}1\,V}{I_g}$ den wirksamen Eingangswiderstand ermitteln. Dagegen bestimmt der Kriechstrom die Größe des Elektronenstroms, der sich im Ruhestand einstellt. Wenn nämlich $(I_g - I_{kr})\,R_{gk} = U_g \approx 0$ ist, folgt, daß $I_g = I_{kr}$ sein muß. Solange also der Ionenstrom klein bleibt, bestimmt der Kriechstrom, und da dieser von R_{ga} abhängt, R_{ga} die Größe des Anlaufstroms und damit den wirksamen Eingangswiderstand. Der gesamte durch R_{gk} fließende Kriechstrom darf, wenn R_g größer als 50 MΩ sein soll, demnach nicht größer als $2 \cdot 10^{-9}$ A sein. Bei einer Anodenspannung von 50 Volt erfordert das einen Isolationswiderstand von $R_{ga}/R_{ka} > \frac{50\,V}{2 \cdot 10^{-9}\,A} = 2{,}5 \cdot 10^{10}\,\Omega$! Der über die

Neue Überseeverbindung Deutschland-USA - 60 kW auf 7...19 MHz

Die „American Telephone and Telegraph Company", Amerikas größte Telefon- und Telegrafen-Gesellschaft, der das Forschungslaboratorium, ferner auch die Fabrikations- und Verteilungsorganisationen der Western Electric Company untergeordnet sind, hat vor einiger Zeit in der amerikanischen Zone Deutschlands eine 60-kW-Überseefunkstelle eröffnet.

Nach Ausfall der bisherigen Überseefunkverbindungen über die Funkstellen Beelitz und Zeesen der deutschen Postverwaltung wurde unter dem traditionellen Rufzeichen DFA von Frankfurt am Main aus der Sendebetrieb mit New York wieder aufgenommen. Die Anlage arbeitet

Bild 1. Die 60-kW-Sendeanlage der American Telephone and Telegraph Company ist transportabel in mehreren Pullmannwagen untergebracht (Aufn.: Dena-Bilderdienst)

vorläufig ausschließlich für den Bedarf der Besatzungsmacht und hat acht Nebensprechstellen in Berlin, München, Bremen, Kassel, Nürnberg, Heidelberg, Stuttgart und Wiesbaden. Durch Vermittlungsschaltungen modernster Art kann von jeder dieser Sprechstellen aus sofort die Telefonieverbindung mit jedem Telefonapparat Amerikas hergestellt werden. Die Zuleitung der Gespräche zum Frankfurter Kontroll- und Vermittlungsamt geschieht über Postkabel.

Einseitenbandtelefonie

Die verwendete Übertragungsanlage besteht aus einer Vermittlung, der Kontrollstelle, dem Empfänger und dem Sender. Die beiden letztgenannten Einrichtungen sind in Pullmann-Wagen untergebracht und am Stadtrand von Frankfurt mit einem Abstand von etwa 3 km untereinander aufgestellt. Das verwendete Übertragungssystem beruht auf dem in den letzten Jahren entwickelten Einseitenband-Verfahren, dessen Vorteile durch eine vermehrte Anzahl von Gesprächen auf einer Trägerfrequenz, Leistungsersparnis im Sender und geringe Störanfälligkeit gegenüber benachbarten Stationen gekennzeichnet sind. Insgesamt werden drei Gespräche und drei Fernschreibkanäle über den Sender geschickt, wobei die Sprechkanäle wie die Fernschreibkanäle unter sich nach Art des Mehrfach-Trägerfrequenzverfahrens moduliert werden. Gesendet wird auf Frequenzen zwischen 7 und 19 Megahertz. Durch Verwendung von Rhombus-Richtstrahlantennen wird eine scharfe Bündelung der Sende-Energie in Richtung der Empfangsstelle bewirkt.

Empfangsanlage

Der Empfänger ist ein trägergesteuerter Spezial-Einseitenband-Empfänger der Western Electric Company mit automatischer Träger-Nachstimmvorrichtung. Der Träger wird auf der Sendeseite um 80% unterdrückt, der geringe Rest von 20% (etwa 20 db) dient der Regelung der Nachstimmvorrichtung, die eine Synchronisation zwischen Sender- und Empfängerfrequenz bewirkt. Diese Einrichtung ist im Hinblick auf die für die Aussiebung der Seitenbänder erforderlichen Kristallfilter sehr wichtig.

Sendestation

Die Sendeanlage besteht aus einem siebenstufigen, quarzgesteuerten 1,5-kW-Western-Electric-Sender mit 60 kW-Endverstärker der LMT, Paris, der in der Endstufe mit luftgekühlten, gitterneutralisierten Röhren in Gegentakt arbeitet. Die Anlage sieht auf eine einjährige Betriebserfahrung zurück und wird von der A. T. & T. als eine der besten derzeitigen Überseeverbindungen mit den USA. bezeichnet. Die Anlage wird von deutschem Fachpersonal unter Leitung von Vertretern der A. T. & T. gewartet.

Der Bedarf an Gesprächen ist im Augenblick so stark, daß die tägliche Betriebszeit von 12 Stunden voll ausgenützt wird. Ein 3-Minuten-Gespräch kostet nach allen Teilen der USA. 12 Dollar. Es wird vorgebucht, so daß zum angegebenen Zeitpunkt der Teilnehmer seinen Gesprächspartner mit Sicherheit auf der anderen Seite vorfindet.

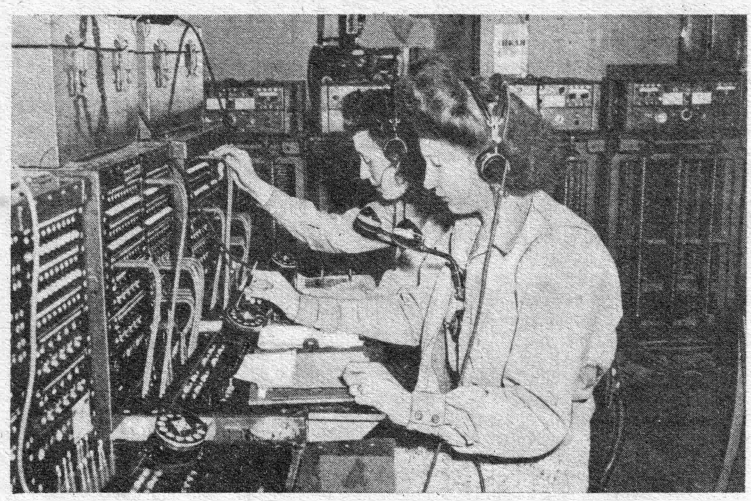


Bild 2. Hier werden die aus Berlin, München, Bremen, Stuttgart und zahlreichen anderen Städten der amerikanischen Zone ankommenden Gespräche zur Übersee-Station vermittelt (Aufn.: Dena-Bilderdienst)

Ähnliche Anlagen befinden sich in London, Paris, Wien, Bern, Porto Rico, Buenos Aires, Honolulu, Manila, Tokio, Rijkavik und Lissabon.

Heinz G. Ballauff

Parallelschaltung der beiden Isolationswiderstände fließende Kriechstrom darf also nicht größer als $2 \cdot 10^{-9}$ A sein. Man muß also für beide einen Wert von 10^{11} Ω fordern. Eine so gute Isolation läßt sich bei geeigneter Röhrenwahl, sorgfältigstem Aufbau und Verwendung besten Isoliermaterials gerade noch betriebssicher herstellen. Praktisch erreicht man Widerstände von 100 bis 500 MΩ, wodurch ein gradliniger Frequenzgang im Eingang gewährleistet ist. — $R_g = \frac{0{,}1\ V}{I_g}$ gilt streng nur für unendlich kleine Amplituden der Gitterwechselspannung. Größere Wechselspannungen haben mit ihren positiven Spitzen ein starkes Ansteigen des Gitterstroms zur Folge. R ist dann für die positiven Spitzen wesentlich kleiner als für die negativen. Diese Nichtliniarität kann bei tiefsten Frequenzen, bei denen der kapazitive Widerstand der Kapsel sehr groß ist, Verzerrungen hervorrufen. Aus diesem Grunde muß man bestrebt sein, die Isolation so gut wie nur irgend möglich zu machen. Bei Spannungen von 60 mV bei 40 Hz am Eingang, wie sie praktisch kaum vorkommen, (die Empfindlichkeit des Kondensatormikrofons ist etwa 1 mV/μb) ist der Klirrfaktor aber immer noch kleiner als 1 Prozent. Bei mittleren und hohen Frequenzen ist er kleiner als 1 Prozent.

Übertrager

Eine Beeinflussung des Frequenzganges könnte noch durch den Übertrager hervorgerufen werden. Durch Verwendung hochpermeablen Eisens und durch Kompensation des Anodengleichstroms durch den Heizstrom konnte dies auch bei sehr kleinem Übertragertyp vermieden werden. Den Frequenzgang, wie er mit einer Ersatzkapazität von 80 pF an Stelle der Kapsel gemessen wurde, zeigt *Bild 4*.

Wirkung der Gitter-Anoden-Kapazität

Die Verstärkung wird erheblich durch die Wirkung der Gitter-Anoden-Kapazität herabgesetzt (30%). Über diese an sich kleine Kapazität wirkt die verstärkte Anodenwechselspannung auf den hochohmigen Eingang zurück, ähnlich, wie man es gewollt bei Gegenkopplungsschaltungen in Endstufen anwendet. Der Verstärkungsfaktor ist etwa 0,7.

Geringes Widerstandsrauschen

Die Elektrometerschaltung hat den Vorteil äußerst geringen Widerstandsrauschens*). Am Ausgang wird bei betriebsmäßigem Abschluß eine Fremdspannung gemessen, die kleiner als 10 μV ist.

*) Weber, Akustische Zeitschrift 1943, Heft 4.

Aufbau des Verstärkers

Der innere Aufbau des Verstärkers gestaltet sich sehr einfach, da außer der Röhre und dem Übertrager nur ein Widerstand und ein kleiner Kondensator unterzubringen sind. Nach eingehender Prüfung aller z. Zt. vorhandenen Röhren, hat sich die RV 2 P 800 als am brauchbarsten erwiesen. In ihrem ursprünglichen Aufbau konnten die Röhren jedoch nicht verwendet werden, da auch bei sehr weicher Aufhängung die Klingempfindlichkeit zu stark war. Sie konnte sehr wirksam durch besonderen Einbau vermindert werden. Hierzu wurde die Röhre aus ihrer ursprünglichen Fassung herausgenommen und wattegelagert in einen 1 mm-starken Aluminiumtopf eingebaut. Der Topf ist durch Gummi nochmals gegen Körperschall isoliert. In diesem Aufbau treten Klingstörungen überhaupt nicht auf. Der Topf kann durch Lösen zweier Schrauben und Trennen von vier Lötstellen leicht ausgewechselt werden. Das gesamte Innenteil läßt sich nach Entfernen des Kopfteiles leicht aus der Hülle nehmen. *Bild 2* zeigt den Verstärker einschließlich Mikrofon, wie er für Reportagezwecke verwendet werden soll. In der gleichen Abbildung sieht man das herausgenommene Innenteil. Derselbe innere Aufbau wird für einen Stativverstärker benutzt.

(Mitteilung aus dem Akustischen Laboratorium des Nordwestdeutschen Rundfunks, Hamburg.)

Kleines Funklexikon

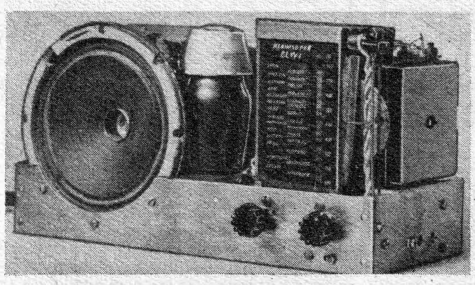
Funktechnische Fachausdrücke

Was ist Absorption?

Absorption tritt meist bei der Ausbreitung elektrischer oder akustischer Schwingungen auf. Bei diesem Vorgang wird elektrische oder akustische Energie durch bestimmte Körper aufgesaugt.

Mit einem typischen Fall von Absorption haben wir es bei der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen zu tun, wobei die Erdoberfläche einen gewissen Teil der von der Antenne abgestrahlten Bodenwelle „absorbiert". Der Absorptionsgrad hängt jeweils von der Wellenlänge ab. Längere Wellen werden weniger stark aufgesaugt als kürzere Wellen. Während bei Langwellen immerhin noch eine Reichweite der Bodenwelle von mehreren tausend Kilometern erzielt wird, haben beispielsweise kurze Wellen infolge der wesentlich stärkeren Absorption durch die Erdoberfläche oft nur eine Bodenwellen-Reichweite von weniger als 100 Kilometern.

In der Elektroakustik muß bei der Planung von Verstärkeranlagen auf die z. B. in Räumen (Kino, Theater usw.) auftretende Schall-Absorption Rücksicht genommen werden. Besonders stark ist die Absorption durch Stoffe.



WIR SCHLAGEN VOR: 6-Kreis-4-Röhren-Pentodensuper

Röhrenbestückung:
3× RV 12 P 2000, VL 4

Wellenbereich:
Mittelwellen 200 . . . 600 m

Stufenanordnung:
Pentoden-Mischstufe, Zf-Stufe, Zf-Audion, Pentoden-Endstufe, Trockengleichrichter

Mischstufe:
Hf-seitiger Lautstärkerregler, Zf-Saugkreis, Zweigang-Drehkondensator, Katodenrückkopplung

Demodulator:
Zweikreisiges Zf-Bandfilter, Zf-Audion, Gittergleichrichtung

Endstufe:
Widerstandskopplung und Gegenkopplung

Netzbetrieb:
180 . . . 240 V Wechselstrom, Leistungsaufnahme etwa 45 Watt

Empfindlichkeit:
Mittelklassensuperhet-Durchschnittswert

Trennschärfe:
Supertrennschärfe (Durchschnittswert für 6-Kreis-Mittelklassensuper)

Die neuerdings häufiger besprochene Pentoden-Mischschaltung veranlaßte die FUNKSCHAU zur Entwicklung eines Supers mit Pentoden RV 12 P 2000. Kleine Abmessungen und geringer Heizstrombedarf der P 2000 begünstigen den nachstehend beschriebenen Kleinempfänger-Typ. Schaltung und Aufbau wurden für Nachbauzwecke möglichst einfach gehalten, daher Beschränkung auf Mittelwellen-Bereich und 2 Einstellknöpfe. Mechanisch war gute Stabilität maßgebend. Um gute Klangqualität zu erreichen, wurde die VL 4 als Endröhre verwendet, wodurch auch der Anschluß großer Lautsprecher lohnend wird. Selbstverständlich können in der Endstufe auch zwei Röhren P 2000 in Parallelschaltung verwendet werden.

Die Schaltung *Bild 1* ist mit weitgehenden Toleranzmöglichkeiten entwickelt. Besonderer Wert wurde auf guten Gleichlauf und einwandfreie Beherrschung der bei additiver Mischung auftretenden Schwierigkeiten gelegt. Eine Selbstregelung der Mischstufe ist in dieser Schaltung nicht möglich. Es wurde Audion-Gleichrichtung benutzt. Die versuchsweise verwendete Dioden-Gleichrichtung mit einer Röhre RV 12 P 2000 (Schirmgitter als Trioden-Anode und Bremsgitter-Anode als Diodenstrecken) ergaben gleichen Wirkungsgrad. Hierzu ist jedoch höherer Aufwand nötig, der sich nur bei Schwundautomatik lohnt.

Mischstufe

Zur Regelung der Eingangsspannung dient ein Differential-Drehkondensator, z. B. 2×500 pF (Übersteuerungsschutz). Parallel zur Antennenspule L_1 ist der Zf-Kreis L_S, C_S angeordnet. Er ist unbedingt nötig, weil bei additiver Mischung Störungen durch Spiegelfrequenzen besonders unangenehm sind. Die Gitterkreisspule L_2 hat für Mittelwellen eine Induktivität von 180 µH z. B. 2×32 Wdg. auf Siemens-Haspelkern; Ankopplungswicklung L_1 = 12 Wdg.). Um eine bessere Mischung zu erzielen (Diodenwirkung), befindet sich zwischen Gitterschwingkreis und Steuergitter ein 40-pF-Kondensator. Der unmittelbar vor dem Steuergitter angeordnete 1-kΩ-Widerstand verhindert die unzulässige Ausbildung stärkerer Oszillator-Oberwellen. Durch teilweise Gleichrichtung entsteht am Gitter eine negative Spannung, die ein Maß für die Oszillator-Amplitude darstellt und bis zu 20 V ansteigen kann (Messung mit Röhrenvoltmeter!). Es erübrigt sich daher eine Gittervorspannungserzeugung durch Katodenwiderstand. Die im Anodenkreis der Oszillatorröhre angeordnete Schwingkreisspule L_4 hat eine Selbstinduktion von 90 µH (2×22 Wdg. auf Siemens-Haspelkern; Ankopplungsspule L_3 = 12 Wdg.). Die an der Anode entstehende Zf von 475 kHz wird durch den Primärkreis des ersten Bandfilters ausgesiebt. Wegen der geringen Röhrenkapazität ist eine Neutralisation zwischen den Punkten a und B nicht erforderlich.

Zf-Stufe

Im Zf-Verstärker kann zur weiteren Erhöhung der Empfindlichkeit eine zusätzliche Rückkopplungswicklung vorgesehen werden. Hierzu eignet sich eine Wicklung mit 30—40 Windungen in der Schirmgitterleitung. Der Empfindlichkeitsgrad läßt sich mit Hilfe eines parallel geschalteten Potentiometers einstellen.

Zf-Audion

Um eine einwandfreie Hf-Gleichrichtung zu erzielen, sind Anoden- und Schirmgitterspannung niedrig gehalten worden. Zur Reduzierung des Netzbrummens wurde die Siebung der Anodenspannung durch einen 4-µF-Kondensator und die Siebung der Schirmgitterspannung durch einen 2-µF-Kondensator sehr sorgfältig vorgenommen. Der Lautstärkeregler (0,1 MΩ) ist gleichzeitig als Außenwiderstand geschaltet.

Endverstärker

Zur Vermeidung hochfrequenter Rückwirkungen befindet sich im Gitterkreis der VL 4 eine dreiteilige Hf- und UKW-Siebkette (0,1 MΩ, 300 pF, 1 kΩ). Von der Anode der VL 4 ist ein 20-pF-Kondensator zum Mittelabgriff des Lautstärkereglers geführt, so daß sich eine Art gehörrichtige Lautstärkeregelung erzielen läßt und auf einen besonderen Klangregler verzichtet werden kann.

Netzteil

An Stelle einer Gleichrichterröhre verwendet das Gerät einen Trokkengleichrichter (240 V, 60 mA). Da als Lautsprecher ein elektrodynamisches System mit einer Feldwicklung von 3 kΩ eingebaut ist, befindet sich parallel zur Feldwicklung ein 4-kΩ-Widerstand. Die ausgangsseitige Anodenspannung von 130 Ω reicht zum Betrieb des Gerätes völlig aus.

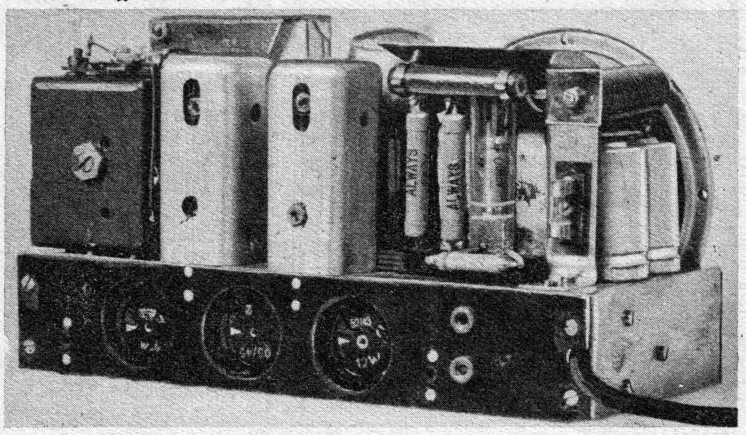


Bild 2. Die Rückansicht zeigt die Anordnung von 3 Röhren RV 12 P 2000 unterhalb des Aufbaugestelles

Aufbau

Zum Aufbau des Pentodensupers in Kleinformat dient ein Chassis mit einer Grundfläche von 260×115 mm. Die Abmessungen des fertigen Gehäuses betragen 160×280×140 mm. Die Röhren P 2000 sind sämtlich unterhalb des Chassis, nach rückwärts herausnehmbar, eingebaut. Man erreicht auf diese Weise einen sehr gedrängten, jedoch elektrisch einwandfreien Aufbau.

Prüfungsergebnisse

Trotz der ungünstigen und schwierigeren Mischweise steht das Gerät gleichartigen Industrieempfängern bezüglich Trennschärfe nicht nach und erreicht deren Empfindlichkeit beinahe vollständig. Die gemeinsame Hf-Nf-Regelung — die beiden Regler befinden sich auf einer Achse — vermeidet bei auftretendem Schwund Verzerrungen. Die ausgezeichnete Leistung des Gerätes läßt sich selbstverständlich bei Verwendung eines hochwertigen permanentdynamischen Lautsprechers voll ausnützen. Die Klangeigenschaften des Endverstärkers sind beachtlich.

R.T.B.

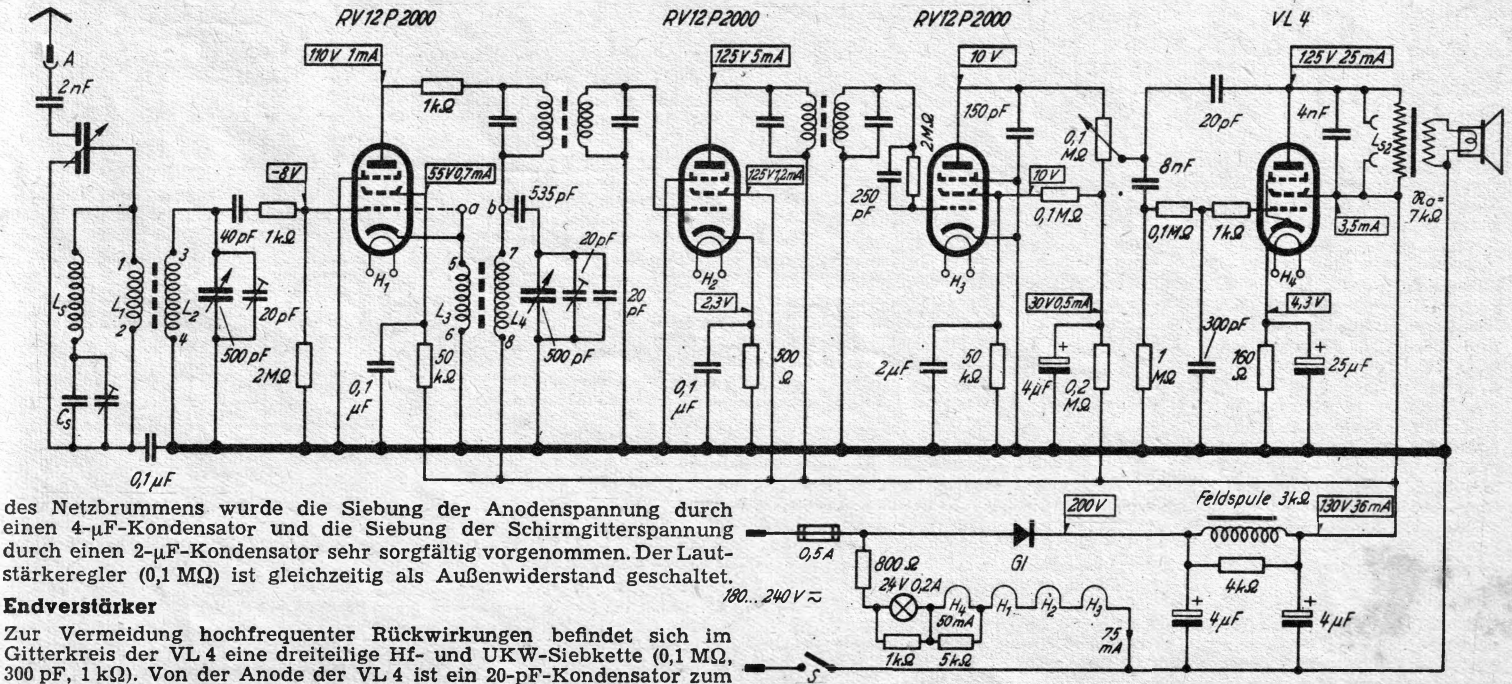


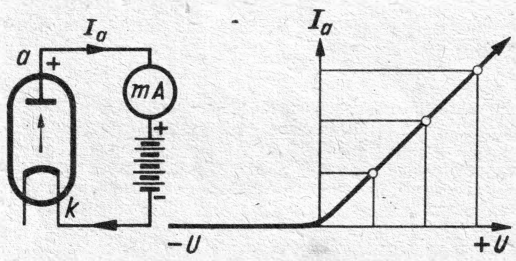
Bild 1. Schaltung des 6-Kreis-4-Röhren-Pentodensupers für Allstrom

2 Funktechnik ohne Ballast

Unsere neue Artikelserie begann in Heft 1, 1947, mit dem Einführungsbeitrag „Grundgesetze".

Stromversorgung vom Empfängern

Zum Betrieb von Röhren sind Heiz- und Anodenspannungen nötig. Bei Batterieempfängern werden dazu Akkumulatoren und Trockenbatterien verwendet. Bei Netzempfängern werden diese Spannungen direkt oder nach Umformung aus dem Lichtnetz entnommen. Die Heizung der Röhren erfolgt mit Gleich- oder Wechselspannung. Die Anodenspannung muß stets eine Gleichspannung sein. Sie wird in Industrieempfängern fast immer durch Gleichrichterröhren erzeugt.



Links: Bild 5. Stromkreis einer Röhre ohne Gitter. Der Pfeil im Röhreninnern gibt die Flugrichtung der Elektronen an

Rechts: Bild 6. Kennlinie einer Röhre ohne Gitter. Negative Spannungen ergeben keinen Strom. Höhere positive Spannung ergibt höheren Strom

Gleichrichterröhren und ihre Schaltungen

Gleichrichterröhren stellen die einfachste Form von Röhren dar. Sie enthalten nur eine direkt oder indirekt geheizte Katode. Sie ist von der Anode, einem runden oder eckigen Metallrohr oder einem enggeflochtenen Drahtnetz, umgeben. Bringt man die Katode zum Glühen, so treten negative Elektronen aus ihr heraus. Legt man nach *Bild 5* eine Gleichspannung an die Röhre, so fliegen die negativen Elektronen zur positiven Anode, es fließt ein Strom durch die Röhre. Erhöht man die Spannung, so erhöht sich der Strom. Polt man die Spannung um, so fließt in der umgekehrten Richtung kein Strom. Diese Zusammenhänge sind grafisch in *Bild 6* dargestellt. Legt man statt der Batterie eine Wechselspannung an, so wird die Anode abwechselnd positiv und negativ, ein Strom fließt jedoch immer nur, wenn die Katode negativ gegenüber der Anode ist. Die Wechselspannung erzeugt also einen Gleichstrom, der zur Anodenstromversorgung eines Empfängers dienen soll. Der Empfänger stellt einen Verbraucher dar, den wir durch einen Widerstand R ersetzen. Damit ergibt sich die Grundschaltung *Bild 7*. Wird die Stromrichtung durch einen Pfeil bezeichnet, so entspricht die Pfeilspitze dem positiven Pol (siehe *Bild 1*). An der Anode der Gleichrichterröhre tritt daher der Minuspol der Gleichspannung auf. Werden Verbraucher und Gleichrichterröhre nach *Bild 8* vertauscht, so ergibt sich an der Katode der Gleichrichterröhre der Pluspol der Gleichspannung. Die Vorgänge in Bild 7 und 8 sind gründlich zu durchdenken, da es vielfach unklar ist, warum bei Gleichrichterschaltungen der Pluspol der Gleichspannung an der Katode und der Minuspol an der Anode auftritt.

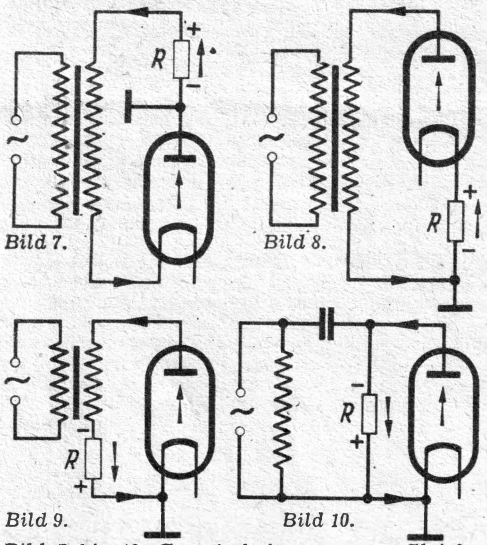


Bild 7 bis 10. Grundschaltungen von Gleichrichterröhren

In beiden Bildern liegt der negative Pol der Gleichspannung an Masse. Es kann aber auch nach *Bild 9* der Pluspol an Masse gelegt werden, dann entsteht eine negative Spannung gegen Masse. Die Wechselspannung kann auch nach *Bild 10* über einen Kondensator zugeführt werden. Der Belastungswiderstand R wird dann unmittelbar von der Anode zur Katode gelegt, damit der Gleichstrom fließen kann. Dann tritt an der Anode der Gleichrichterröhre die negative Spannung gegen Masse auf. Die vier Bilder 7 bis 10 sind sorgfältig einzuprägen, da sie die Grundlagen aller Gleichrichterschaltungen einschließlich der Empfangsgleichrichtung mit Dioden darstellen.

Doppelweggleichrichtung

Speist man nach *Bild 11* zwei Einweggleichrichter aus einem gemeinsamen Netztransformator, so ergeben sich bei den wechselnden Stromrichtungen die eingezeichneten Gleichströme. Sie verlaufen in den zugehörigen Widerständen gleichsinnig. Daher können nach *Bild 12* die beiden Widerstände vereinigt und die beiden Röhrensysteme in einem Kolben mit gemeinsamer Katode untergebracht werden.

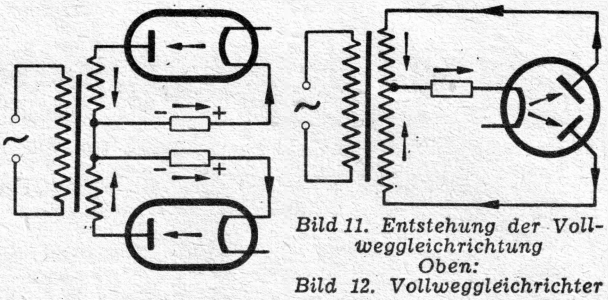


Bild 11. Entstehung der Vollweggleichrichtung
Oben:
Bild 12. Vollweggleichrichter

Welligkeit von gleichgerichteten Strömen

Die Form des entsprechenden Stromes bei Einweggleichrichtung ergibt sich nach *Bild 13* aus einer Folge von positiven Stromstößen von je einer halben Periode des ursprünglichen Wechselstromes. Die andere Halbwelle wird also unterdrückt. Bei Vollweggleichrichtung werden beide Halbwellen gleichgerichtet und ergeben einen zusammenhängenden Kurvenzug mit doppelt so vielen Stromstößen. Der Wirkungsgrad ist daher bei Vollweggleichrichtung besser.

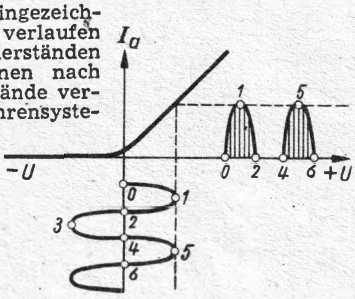


Bild 13. Darstellung des Gleichrichtervorganges mittels der Kennlinie

Glättung des Gleichstromes

Wegen seiner starken Welligkeit ist der gleichgerichtete Strom für technische Zwecke noch ungeeignet. Legt man aber nach *Bild 14* einen Kondensator von mehreren Mikrofarad parallel zum Widerstand, so wird er durch die Stromstöße bis zum Scheitelwert der Wechselspannung aufgeladen. In den Pausen zwischen den Stromstößen entlädt er sich über den Widerstand, so daß auch während der Sperrzeit des Gleichrichters ein Strom durch den Widerstand bestehen bleibt. Während dieser Zeit sinkt die Spannung am Kondensator nach *Bild 15* ab, und zwar um so langsamer, je größer der Kondensator und je geringer der Stromverbrauch ist. Die jetzt vorhandene Spannung besteht nach dem Überlagerungsgesetz aus einer reinen Gleichspannung und einer überlagerten Wechselspannung. Die Gleichspannung ist um so größer, je größer der Kondensator und je kleiner die Stromentnahme ist. Sie ist infolge der Aufladung auf den Scheitelwert oft höher als der Effektivwert der Wechselspannung.

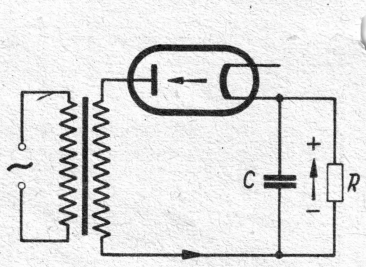


Bild 14. Parallelschaltung eines Kondensators zum Verbraucherwiderstand

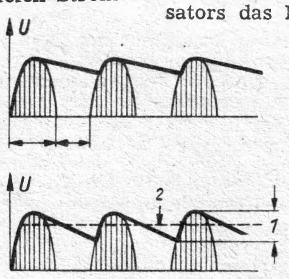


Bild 15. Verlauf der gleichgerichteten Spannung (1 = Brummspannung, 2 = Mittlere Gleichspannung). Oben: Geringe Stromentnahme; Spannung sinkt während der Sperrzeiten nur wenig. Unten: Großer Stromverbrauch; starkes Absinken der Spannung während der Sperrzeiten. Dadurch geringere Gleichspannung und hohe Brummspannung.

Die Wechselspannung oder Welligkeit ist im Empfänger als Brummen hörbar. Sie wird geringer bei großen Ladekondensatoren und größer bei stärkerer Belastung, weil dadurch der Kondensator tiefer entladen wird (stärkeres Brummen). Zur weiteren Verminderung der Welligkeit fügt man zwischen Verbraucher und Ladekondensator nach *Bild 16* noch ein RC- oder LC-Siebglied ein. Seine Wirkung ergibt sich aus der Spannungsteilerschaltung. An Stelle des Widerstandes R_2 aus Bild 2 tritt hier der Wechselstromwiderstand $R_C = \frac{1}{2}\pi fC$ des Kondensators C_2. Ist R größer als R_C, so verbleibt am Siebkondensator C_2 nur noch ein kleiner Teil der Brummspannung. Je größer der Kondensator C_2 ist, desto kleiner ist die Wechselspannung U_2 daran. Bei einem LC-Glied sind die Verhältnisse noch günstiger, weil die Brummspannung in der Drossel einen hohen Widerstand findet, während der Gleichstrom viel weniger geschwächt wird. Als Drossel dient vielfach die Feldspule eines dynamischen Lautsprechers.

Messung der Brummspannung

Die Brummspannung ist nach *Bild 17* mit einem hochohmigen Wechselspannungs-Voltmeter über einen hochwertigen Kondensator von 0,5 µF an den Punkten A und B zu messen. Sie beträgt bei A etwa 10 bis 40 V, bei B 0,5 bis 2 V. Beim Messen ist zuerst der höchste Meßbereich einzuschalten, sonst wird durch den Aufladestoß des Vorschaltkondensators das Meßwerk überlastet.

Ing. Otto Limann

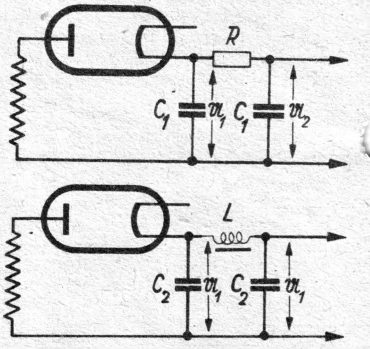


Bild 16. Messung der Brummspannung am Ladekondensator (bei A) und am Siebkondensator (bei B)

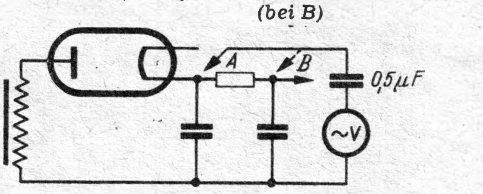


Bild 17. Siebglieder hinter der Gleichrichterröhre

Im Rahmen dieser Beitragsserie erscheinen demnächst u. a.:

3. *Röhren*
4. *Röhrenmessungen*
5. *Schwingungserzeugung*
6. *Abstimmkreise*

VEL 11, eine neue interessante Röhre

Die VCL 11 ist eine schwierige Röhre. Das wissen alle Rundfunkinstandsetzer aus ihrer Praxis. Abgesehen davon, daß sie sehr leicht pfeift, reicht die Verstärkung des Triodenteils oft nicht aus, die Endstufe auszusteuern. Die mit der VCL 11 erzielbare Sprechleistung ist relativ klein. Telefunken, Berlin, ist nun in aller Stille darangegangen, eine neue Röhre zu schaffen, die an Stelle der VCL 11 treten kann und die dieser Röhre bedeutend überlegen ist.

Verbessertes Endsystem

Zunächst wurde das Endsystem verbessert. Der Arbeitspunkt wurde auf 22 mA festgelegt, wodurch es gelingt, eine Sprechleistung von 2 Watt zu erzielen gegenüber 1,2 Watt bei der VCL 11. Als Eingangssystem wurde an Stelle des Triodensystems mit seiner geringen Verstärkung ein Hf-Tetrodensystem genommen. Die Detektorverstärkung dieses Systems ist bedeutend größer als das der VCL 11. Aus Bild 1

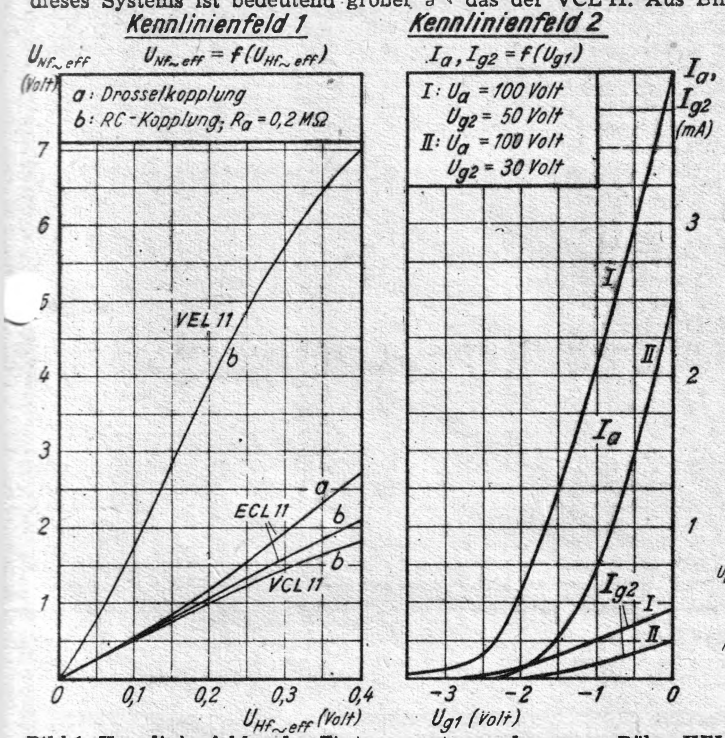


Bild 1: Kennlinienfelder des Eingangssystemes der neuen Röhre VEL 11

(Kennlinienfeld 1) kann man ersehen, daß die Detektorverstärkung des Eingangssystems der VEL 11, wie diese neue Röhre heißt, etwa viermal so groß ist als die Verstärkung des Eingangssystems der VCL 11. Und selbst das Eingangssystem der neueren ECL 11 in Drosselkopplung, mit dem man bisher die höchste Detektorverstärkung erzielen konnte, hat eine bedeutend geringere Verstärkung. Dieselbe beträgt etwa nur den dritten Teil der Verstärkung der VEL 11. Die hohe Verstärkung des Eingangssystems der VEL 11 gibt die Garantie, daß das Endsystem von jedem größeren Sender ausgesteuert werden kann. Um 4 Volt $U_{fN\ eff}$ zu erhalten, die zur Aussteuerung des Endsystems notwendig sind, genügen bei RC-Kopplung 0,2 Volt $U_{Hf\ eff}$, wie Bild 1 erkennen läßt. Zu beachten ist, daß die Schirmgitterspannung nicht durch einen Vorwiderstand festgelegt werden darf (stark gleitende Schirmgitterspannung), sondern durch eine Spannungsteilerschaltung (schwach gleitende Schirmgitterspannung).

Ersatz der VCL 11 durch die VEL 11 im DKE

Will man sich im DKE die guten Eigenschaften der VEL 11 zunutze machen und die VCL 11 durch die VEL 11 ersetzen, so hat man nur geringfügige Änderungen vorzunehmen. Beide Röhren stimmen in der Sockelschaltung sehr weitgehend überein, nur am Mittelstift der Dreierreihe des Röhrensockels sind verschiedene Anschlüsse. Hier liegt bei der VCL 11 das Steuergitter des Eingangssystems, bei der VEL 11 das Schirmgitter. Das Steuergitter liegt bei dieser Röhre ja an der Kolbenkappe. Zweckmäßigerweise lötet man nicht nur den bisherigen Anschluß an den Mittelstift der Dreierreihe an, sondern auch gleich die Gitterkombination (Gitterkondensator von 100 pF und Gitterwiderstand von 1 MΩ). Den Gitterkondensator lötet man oberhalb der Grundplatte mit einer Fahne am Drehkondensator an, und zwar an die Lötfahne, die nicht mit dem Schalter in Verbindung steht, also in der Nähe der Sicherung ist. An die andere Fahne des Gitterkondensators lötet man den Gitterwiderstand mit einer Seite an. Der andere Draht des Gitterwiderstandes kommt an das Chassis (erdseitiger Anschluß des Drehkondensators oder des Heizvorwiderstandes). Von der Verbindungsstelle des Gitterkondensators und des Gitterwiderstandes lege man eine abgeschirmte Leitung (!) zur Kolbenkappe. Evtl. ist es notwendig, auch noch die Gitterkombination abzuschirmen. An den jetzt freien Mittelstift der Dreierreihe des Röhrensockels löte man einen Widerstand von 0,3 MΩ, einen Widerstand von 1 MΩ und einen Kondensator von 0,5 µF an. Das freie Ende des 1 MΩ-Widerstandes kommt an die Plusleitung (Schirmgitteranschluß des Endsystems am Röhrensockel), das freie Ende des 0,3 MΩ-Widerstandes und des Kondensators an Masseanschluß (an Katode der VEL 11). Das ist alles, was zu ändern ist, wenn man im DKE die VCL 11 durch eine VEL 11 ersetzen will.

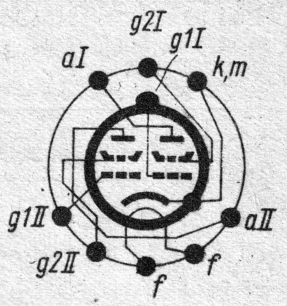


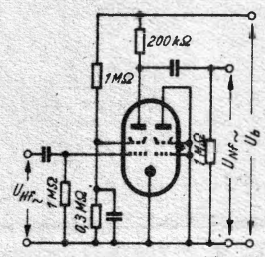
Bild 2. Sockelschaltung für die Röhre VEL 11 (von unten gesehen)

Kleinerer Rückkopplungsfaktor

Durch den viel kleineren Durchgriff und die höhere Verstärkung eines Tetrodensystems gegenüber einem Triodensystem genügt ein viel kleinerer Rückkopplungsfaktor, um Schwingungen zu erzeugen. Die Rückkopplung setzt also nach dem Austausch der Röhren viel leichter ein. Es kann sogar vorkommen, daß die Schwingungen auf einem Teil des Bereichs überhaupt nicht mehr aussetzen. In einem solchen Falle muß man entweder von der Rückkopplungsspule einige Windungen abwickeln oder aber parallel zur Rückkopplungsspule einen Dämpfungswiderstand von 2 ... 5 kΩ legen. Man kann auch in Reihe mit der Rückkopplungsspule, also zwischen Spule und Rückkopplungskondensator, einen Widerstand von 100 ... 300 kΩ anordnen.

Überlastung des DKE-Netzteiles

Wenn man sich die Strombilanz eines mit der VEL 11 aufgebauten Gerätes betrachtet, so scheint die Frage der Gleichrichterröhre einigen Kummer zu bereiten. Die Anoden- und Schirmgitterströme beider Systeme betragen zusammen etwa 26 ... 27 mA. Der VY 2 soll man aber maximal nur 20 mA gleichgerichteten Stromes entnehmen können. Wenn man die VY 1 nimmt, so kommt man nicht mit der Spannung zurecht (90 + 55 V = 145 V). Man könnte die beiden Röhren am 110 V-Netz also nicht mehr hintereinanderschalten. Nun ist die VY 2 aber besser als ihr Ruf. Man hat mit dem Heizfaden zwar öfter Kummer. Die Stromentnahme kann man aber ohne Bedenken höher ansetzen. Ein Strom von 20 mA wurde seinerzeit festgesetzt, weil die VCL 11 keinen höheren Strombedarf hat. Man muß weiter bedenken, daß durch den höheren Strom ein stärkerer Spannungsabfall an den Siebgliedern und am Lautsprecher eintritt, so daß eine Anodenspannung von 200 V meist nicht erreicht wird. Man kann mit ungefähr 25 mA Gesamtstrom rechnen; diesen Strom kann man der VY 2 aber unbedenklich entnehmen. Im DKE stellt sich bei Beibehaltung des Katodenwiderstandes von 300 Ω ein Anodenstrom von etwa 18 mA im Endsystem ein. Wenn man bedenkt, daß die Erreichung solch großer Verbesserungen, wie sie die VEL 11 bringt, möglich war, ohne die Heizleistung der VEL 11 gegenüber der VCL 11 zu erhöhen, so kann man sich über die Entwicklungsarbeit, die bei Telefunken geleistet wurde, nur freuen. Mit der VEL 11 ist es möglich, einen wirklich guten Kleinempfänger aufzubauen, dem nicht die Mängel des DKE anhaften.



Meßschaltbild zu $U_{Nf\sim} = f(U_{Hf\sim})$

Hf = 1 MHz
Nf = 800 Hz
m = 30 %
U_b = 200 Volt

Das erfreulichste aber ist, daß sich diese Neuentwicklung trotz der großen, oft unüberwindlich erscheinenden Schwierigkeiten der Jetztzeit vollzog, und daß die Material- und Arbeitsschwierigkeiten nicht zu einer Resignation auf dem Gebiet der Röhrenentwicklung führten.

Fritz Kunze

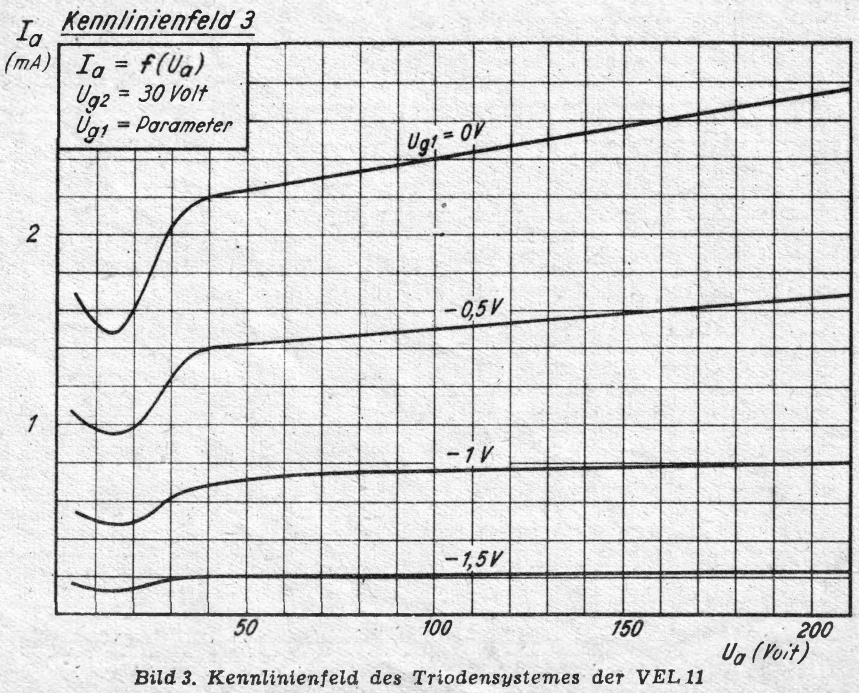


Bild 3. Kennlinienfeld des Triodensystemes der VEL 11

Daten der Röhre VEL 11

Heizung:			
Indirekt geheizte Katode			
Heizspannung	U_f	90	Volt~
Heizstrom	I_f	50	mA ind.
Betriebswerte:			
1. Eingangssystem (Hf-Tetrode)			
Betriebsspannung	U_b	200	Volt
Außenwiderstand	R_a	200	kΩ
(Anodenspannung	U_a	ca. 40	Volt)
Schirmgitterspannung	U_{g2}	ca. 30	Volt
[Betriebsspannung über Spannungsteiler $R_{g2/-} = 0{,}3$ MΩ, $R_{g2/+} = 1$ MΩ ans Schirmgitter]			
Gittervorspannung	U_{g1}	0	Volt
Gitterableitwiderstand	R_{g1}	1	MΩ
Anodenstrom	I_a	0,8	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	ca. 0,43	mA
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	4	%
Innenwiderstand	R_i	280	kΩ
Detektorverstärkung	V	17...20	fach
Siehe die Kennlinienfelder 1 . . . 3			
2. Endsystem (Endtetrode)			
Anodenspannung	U_a	200	Volt
Schirmgitterspannung	U_{g2}	200	Volt
Gittervorspannung	U_{g1}	—6	Volt
Katodenwiderstand	R_k	250	Ω
Anodenstrom	I_a	22	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	3	mA
Gitterableitwiderstand	R_{g1}	1	MΩ
Schutzwiderstand	R_{g1}	0,1	MΩ
Gittersiebwiderstand	R_{g1}	30	kΩ
Steilheit	S	5,2	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	D_{g2}	5,6	%
Innenwiderstand	R_i	30	kΩ
Außenwiderstand	R_a	9	kΩ
Sprechleistung bei einem Klirrfaktor von 10 %	$N_\sim$	ca 2	Watt
Siehe die Kennlinienfelder 4 . . . 5			

Grenzwerte:		Hf-Tetrode	Endtetrode	
Anodenspannung	$U_{a\,max}$	250	250	Volt
Anodenkaltspannung	$U_{aL\,max}$	550	550	Volt
Schirmgitterspannung	$U_{g2\,max}$	100	250	Volt
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L\,max}$	250	550	Volt
Anodenverlustleistung	$Q_{a\,max}$	1	5	Watt
Schirmgitterbelastung	$Q_{g2\,max}$	0,2	0,8	Watt
Gitterableitwiderstand	$R_{g1\,max}$	2	1,2	MΩ
Gitterstrom bei $U_{g1} = -1{,}3$ V	$I_{g1\,max}$	<0,3	<0,3	µA

Katodenstrom	$I_{k\,max}$	30	mA
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{f/k\,max}$	150	Volt
Außenwiderstand zwischen Faden u. Schicht	$R_{f/k\,max}$	800	Ω

Neue Ideen – Neue Formen

Vielseitige Universalkupplung

Bei der Verwendung von Meßgeräten fehlt es meist an zweckmäßigen abgeschirmten Verbindungsleitungen mit passenden Kupplungen. So scheitert vielfach die zweckmäßige Zusammenschaltung abgeschirmter Leitungen für Hochfrequenz und Tonfrequenz daran, daß eine schnelle Durchverbindung des Abschirmmantels auf erhebliche Schwierigkeiten stößt. Diesen Nachteil vermeidet die neue Universalkupplung 207, die von der Fa. Heinz Evertz herausgebracht wird.

Im Gegensatz zu den bisher üblichen Kupplungen sind die neuen Universalkupplungen symmetrisch ausgeführt. Als Kupplung und Gegenstück werden stets die gleichen Teile verwendet und mittels eines gutschließenden Bajonettverschlusses miteinander verbunden. Die Kontaktgabe des Mittelleiters geschieht dabei durch Federkontakte und die des geerdeten Außenleiters durch den Bajonettverschluß selbst. Mit diesen Universalkupplungen ausgerüstete Kabel können also zum Zweck der Verlängerung auch beliebig miteinander strahlungsdicht verbunden werden.

Sämtliche Universalkupplungen zeichnen sich durch handliche Ausführung und einheitliche Abmessungen aus. Es erscheinen u. a. Zwischenkupplungen mit Abschlußwiderstand oder mit Spannungsteiler. Sehr praktisch erweisen sich die Reduktionskupplungen mit einpoliger

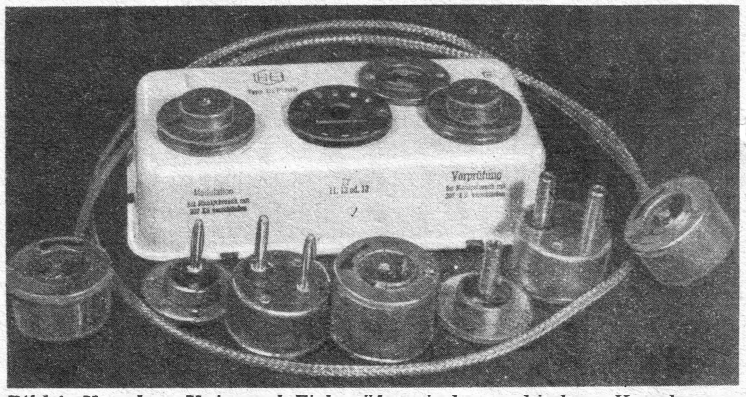


Bild 1. Vor dem Universal-Eichprüfer sind verschiedene Kupplungen gruppiert. Links sieht man die Reduktions-Universalkupplung in einpoliger und zweipoliger Ausführung mit Stecker, in der Mitte eine Zwischenkupplung, während sich rechts die Reduktions-Universalkupplungen mit Buchsen (ein- und zweipolig) anschließen. Das Ganze umrahmt ein mit Universalkupplung an beiden Enden ausgestattetes Abschirmkabel

Buchse oder mit zweipoligen Buchsen. Mit Universalkupplungen werden ferner Abschirmkabel (Länge etwa 30, 50 und 130 cm), darunter auch eine Ausführung mit keramischer Isolation ausgestattet. Zweckmäßige Ausführung, elektrische Sicherheit und universelle Verwendbarkeit machen die neue Universalkupplung zu einem wertvollen Zubehör jeder neuzeitlichen Werkstatt. R.T.B.

Mit Rücksicht auf Brummen und andere Störgeräusche sollen nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Schicht gelegt werden, die Gittervorspannungen erzeugen.

Innere Röhrenkapazitäten:

Gitter 1 der Eingangstetrode gegen Anode der Endtetrode $C_{g1\,I/a\,II}$ 8×10^{-3} pF

Kennlinienfeld 4

$I_k, I_a, I_{g2} = f(U_{g1})$

Bei I_k ist I_{aI} und I_{g2I} noch nicht berücksichtigt! Ihre Größe hängt ja vom Arbeitspunkt des Eingangssystems ab.

Kennlinienfeld 5

$I_a = f(U_a)$

$U_{g2} = 200$ Volt

U_{g1} = Parameter

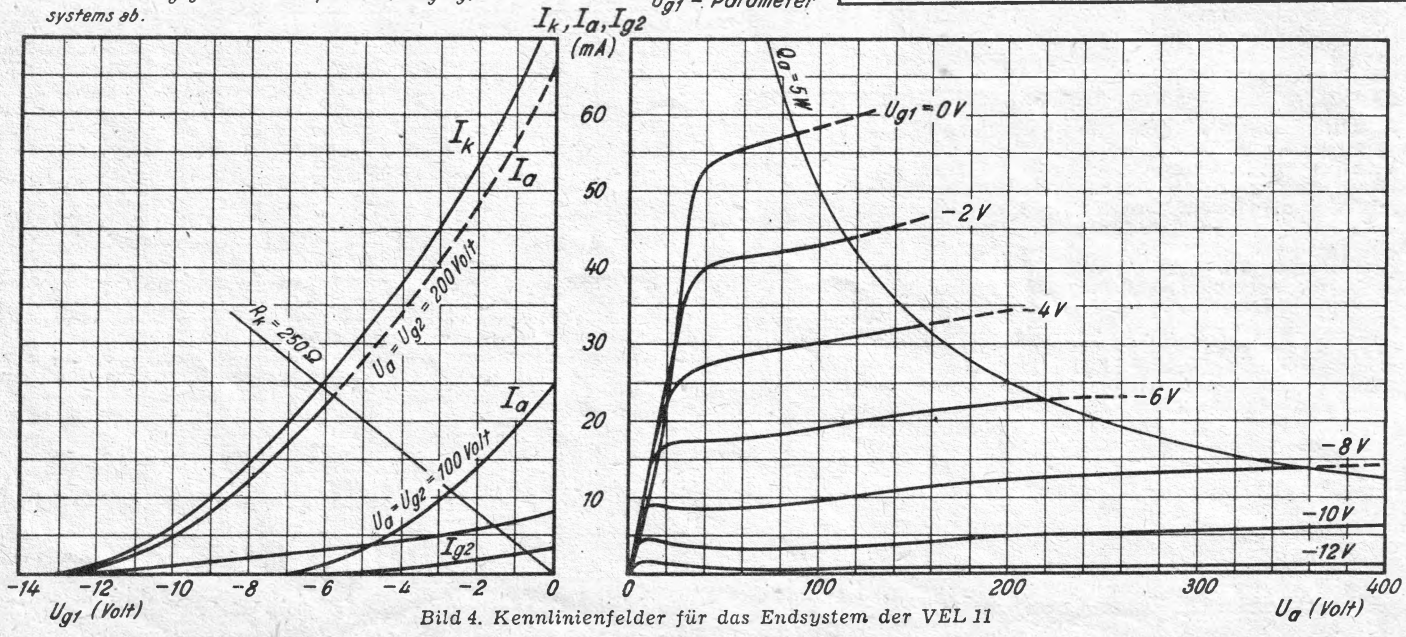


Bild 4. Kennlinienfelder für das Endsystem der VEL 11

Vorschläge zur Röhrenprüfung

Das Messen und Prüfen von Röhren nimmt neben den anderen Arbeiten in der Werkstatt einen besonderen Platz ein. Zudem ist die Vorarbeit jeder Regenerierung und Instandsetzung fehlerhafter Röhren das richtige Erkennen von Fehlern und die einwandfreie Bestimmung ihrer Brauchbarkeit. Die Röhrenprüfgeräte, die dem Praktiker heute zur Verfügung stehen, füllen nicht die Prüflücken, die durch den Anfall unzähliger Röhrentypen und der Vielfalt aller vorkommenden Röhrenfehler entstanden sind. Diese Prüf- und Meßgeräte waren den Anforderungen der zur Zeit ihrer Konstruktion herrschenden Röhrenlage bemessen und konnten deshalb nicht mit der stürmischen, außergewöhnlichen Entwicklung Schritt halten. Mit dem Ergebnis, ob eine Röhre „gut, noch brauchbar oder unbrauchbar" sei, war früher eine Prüfung erledigt. Preiswürdigkeit, leichte narrensichere Bedienung, angepriesene universellste Verwendbarkeit waren bei diesen Konstruktionen in mehr und weniger schönen Kompromissen vereinigt. Der Praktiker hat inzwischen Erfahrungen gesammelt, ganz besonders im „Fachgebiet Röhren", die jedem Interessenten zugänglich gemacht werden sollten. Das bedeutet Unterstützung des Wissens, Anregungen für Verbesserungen und Winke für zukünftige industrielle Entwicklungen. Bei den hier vorgeschlagenen prinzipiellen Meß- und Prüfschaltungen wurde von zwei Gesichtspunkten ausgegangen: 1. Den jetzigen Bedürfnissen gerechtfertigten Aufbau von Prüfgeräten unter Berücksichtigung der zur Zeit herrschenden Materialbeschaffung und 2. Idealer Prüfgeräteaufbau mit Vorschlägen über universellste Verwendbarkeit.

Welches Prüfverfahren bei der Brauchbarkeitsbestimmung?

Bei einer Art von Röhrenmessung werden niedervoltige Wechselspannungen aus dem Netz einzeln an die Elektroden einer Röhre gelegt und nach dem Gleichrichterprinzip die Katodenergiebigkeit gemessen. Die Röhren werden also in einer ihrem Charakter widersprechenden Weise geprüft. Um hierbei genaue Meßergebnisse zu erzielen, sind Erfahrungswerte notwendig, was wieder das Vorhandensein in Ordnung befindlicher Röhren als Vergleichsnormal bedingt. Dieses Verfahren führt nicht selten zu Fehlschlüssen. Eine andere, dem Wesen des tatsächlichen Verwendungszweckes nahekommende Meßart, wäre die Prüfung im dynamischen Zustand. Da Röhren verschiedenen Verwendungszweck haben und entsprechende Unterlagen fehlen, dürfte man bei einer solchen Prüfungsart auf einige Schwierigkeiten stoßen. Sämtliche bekannten Datentabellen (Röhrentabellen und Technikus der FUNKSCHAU, FUNKSCHAU-Broschüre „Amerik. Röhren", Röhren-Vademecum im Mentor-Verlag) enthalten statische Betriebswerte, die sich für eine Emissionsmessung in relativ unkomplizierten Schaltungen erzeugen lassen. Die Industrie hat hauptsächlich diesen Weg in ihren Prüfgeräten beschritten. — Hinsichtlich der Daten-Angaben in den Tabellen gibt es eine Ausnahme: Die Gittervorspannungen bei Schwingsystemen (G_3 der ECH 11, G_1 der AK 2) sind Werte des Schwingzustandes ($R_{g\,osz} \times I_{g\,osz}$). Um solche Röhren (Mischröhren) auch mit statischen Werten messen zu können, reduziert man in grober Annäherung die angegebene Gittervorspannung ca. auf die Hälfte. Die Steuerwirkung dieser Gitter ist im statischen Zustand geringer, so daß Differenzen der Gitterspannung beim Emissionsergebnis nicht so wesentlich ins Gewicht fallen. Eine einwandfreie Prüfung von Misch- und Oszillator-Röhren ist seither ein Schmerzenskind aller Röhrenprüfgeräte. Ideal wäre auf alle Fälle, Oszillatorsysteme auf ihre Schwingfähigkeit zu prüfen. (Vorhandensein des Schwinggleichstroms!). Das bedeutet wieder komplizierterer Aufbau, besonders weil diese Systeme eines lückenlosen Ergebnisses wegen, verschiedene Schwingfrequenzen verarbeiten müßten.

Bei der erwähnten statischen Röhrenmessung lassen sich genaue Werte erzielen. Mit der Größe des meßbaren Anodengleichstromes wird in Prozenten die Brauchbarkeit der Röhre bestimmt. Allgemein gilt da folgende Regel: bis 70% = gut, unter 40% = unbrauchbar. End- und Gleichrichterröhren sind schon als unbrauchbar zu bezeichnen, wenn 60% des Sollwertes unterschritten ist. Sind die einstellbaren Betriebsspannungen stetig regelbar und durch Voltmeter kontrolliert, so ist eine Kennlinienaufnahme und Steilheitsmessung durchaus möglich, wird aber durch die Spannungsänderungen bei verschiedener Belastung sehr erschwert. Schließlich sei hier der Vollständigkeit halber die Barkhausensche Steilheitsmessung erwähnt (siehe Limann, „Prüffeldmeßtechnik", Seite 205). Eine an das Steuergitter der zu prüfenden Röhre gelegte Tonfrequenzspannung wird elektrisch mit der durch die Steilheit bedingten Verstärkung verglichen und daraus direkt ablesbar die Steilheit ermittelt. Um einem Prüfgerät, das dieses Verfahren zur Grundlage hätte, universellen Charakter zu verleihen, wäre als das mindeste der Aufwand einer statischen Meßanordnung erforderlich. Immerhin ist es möglich, daß unsere Prüfgeräte-Konstrukteure dieses Prüfverfahren im Auge behalten. Steilheitsmessung mit direkt ablesbarem Steilheitsmaß geben über Charakteristik und Brauchbarkeit einer Röhre am ehesten Auskunft, zudem es sich im gewissen Sinne schon um eine Messung des dynamischen Zustandes handelt. Aus den Darlegungen soll sich der Leser einen Grundsatz entnehmen: Nichts ist verhängnisvoller für ein eindeutiges Meßergebnis, als Röhren unter wesensfremden Bedingungen zu prüfen!

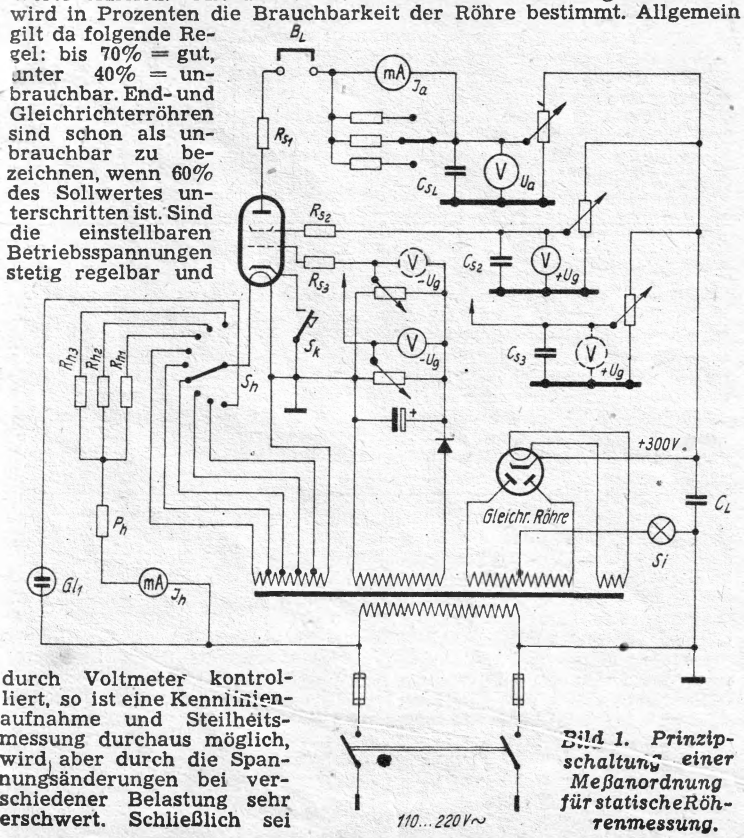


Bild 1. Prinzipschaltung einer Meßanordnung für statische Röhrenmessung.

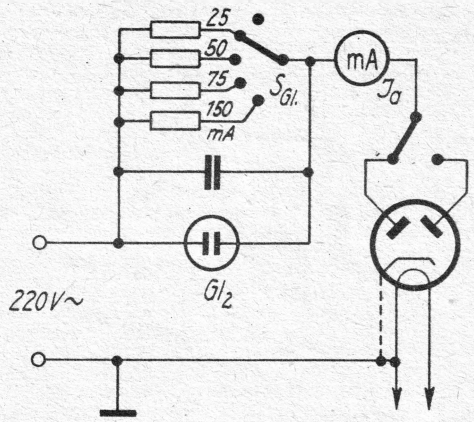


Bild 2. Gleichrichtermessung

Betriebspannungen für die statische Röhrenmessung

In der hier vorgeschlagenen und ausprobierten Prinzipschaltung können mit Ausnahme der Heizspannung fünf verschiedene regelbare Gleichspannungen, die mit hochohmigen Voltmetern kontrolliert werden, an jeden Pol der Röhrenfassungen gelegt werden. Wichtig ist die Überprüfung der Spannungen während der Messung, da sie infolge sich ändernder Belastung größeren Toleranzen unterworfen sind. Dieser Umstand ließe sich bei Verwendung niederohmiger Spannungsteiler bessern, setzt aber eine beträchtliche Leistungssteigerung des Gleichrichters im Prüfgerät voraus. Um keine falschen Meßergebnisse zu erhalten, ist die genaueste Meßdateneinstellung notwendig. Die Industrie hat diese Probleme in mehr und minder glücklicher Weise gelöst. Loch- und Kontaktkartensysteme sind vor allem für den Nichtfachmann geschaffen, erlauben aber nur eine prozentuale Brauchbarkeitsbestimmung. Steilheits- und Kennlinienaufnahme oder die Prüfung von Röhren nicht vorhandener Karten ist kaum möglich. Andere Fabrikate kombinieren stetig regelbare Betriebsdaten mit einem Stufenschalter für ca. 10 Sokkelschaltungsvariationen. Allerdings treten Belastungstoleranzen bei diesen Geräten sehr stark in Erscheinung, Röhren nicht vorgesehener Sockelschaltung sind ebenfalls nicht prüfbar. Im Gegensatz zum Karten-Prüfgerät verliert letzteres sehr an Bedienungsübersicht.

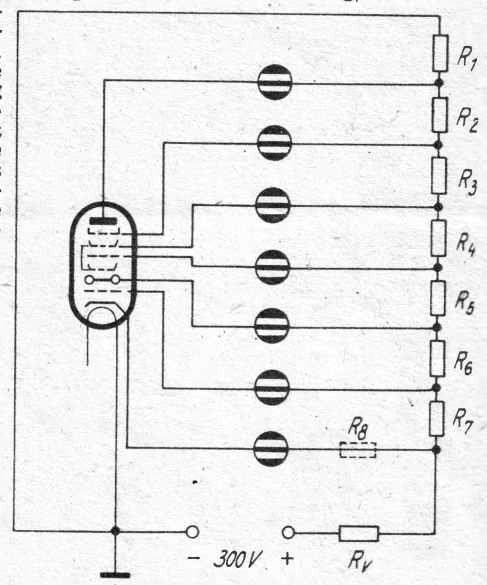


Bild 3. Meßanordnung zur Elektrodenmessung

Die Art der Gleichspannungsversorgung des vorgeschlagenen Prüfgeräts ist aus dem Prinzipschaltbild *(Bild 1)* ersichtlich. In kurzer stichwortartiger Form seien die wichtigsten Punkte dargelegt:

1. **Spannung für die Steuergitter aus einer besonderen Wicklung des Netztransformators;**
2. **zwei Bereiche Gittervorspannung (0—10 Volt, 0—50 Volt), Trockengleichrichter mit geringem Querstrom, z. B. 5 mA vorteilhaft, höchstmöglicher Eigenwiderstand des Kontrollvoltmeters (60 µA—Querstrom, umschaltbar für beide Spannungsbereiche);**
3. **Anodenspannung mittels hochbelastbaren Potentiometers von 0 bis 300 Volt regelbar (Kontrollvoltmeter 300 Volt —, Spannung von 300 Volt reicht aus, Röhren höherer Spannung AD 1/350, EL 12 spez. werden ihrem Charakter entsprechend geprüft, also wie AD 1, EL 12).**
4. **zwei regelbare Schirmgitterspannungen einschl. Hilfsgitter, Oszillatoranode bei Oktoden (0—260 Volt, Kontrollvoltmeter 300 Volt [250 Volt], Querstrom des Instrumentes 0,25 mA oder darunter).**

Grundsätzliche Forderung ist, daß mit Ausnahme der bleibenden Heizfadenanschlüsse jeder Anschlußkontakt der Röhrenfassungen wahlweise an jede Spannung angeschlossen werden kann. Eine fehlerlose Bedienung würde ein Drucktastensystem gewährleisten, bei dem Drucktasten beim Einrasten die gewünschten Spannungen mit den gewünschten Anschlußpolen verbinden. Würden sich die Tasten des gleichen Pols gegenseitig mechanisch auslösen, wäre eine Fehlschaltung, also ein Kurzschluß zwischen zwei verschiedenen Spannungen nicht möglich (siehe *Bild 4*). Anstelle von Tasten lassen sich auch Stufenschalter oder noch einfacher Buchsen verwenden, die mit passenden Leitungen wahlweise verbunden werden *(Bild 5)*. Während beim letzten eine Fehlverbindung so gut wie ausgeschlossen ist, ist

das bei einem Stufenschaltersystem schon möglich. Es können und müssen sogar zur Schonung der Meßinstrumente elektrische Sperrungen und Sicherungen vorgesehen werden (im Schaltbild nicht eingezeichnet), da Spannungskurzschlüsse außer beim Fehlschalten auch durch plötzlich auftretende Elektrodenschlüsse entstehen können. — Die Widerstände R_{S1}, R_{S2} sollen einer das Meßergebnis verfälschenden eventuellen Selbsterregung der zu prüfenden Röhre entgegenwirken. Um Krachen und Klirren (mechanischen Ursprungs) hörbar zu machen, schaltet man einen kräftigen Lautsprecher oder kleinen einstufigen Verstärker mit niederohmigen Eingang an die Buchsen B_L, die man gegebenenfalls mittels einer Ruhestromtaste kurzschließen bzw. öffnen kann.

Prüfung von Gleichrichterröhren

Es entspricht dem Verwendungszweck, Gleichrichterröhren mit Wechselspannung zu messen. Einer zu prüfenden Gleichrichterröhre werden stufenweise bis zum höchstzulässigen Wert Belastungen aufgedrückt (Abstufungen in 25, 50, 75, 150 mA bei einer mittleren Wechselspannung von etwa 220 Volt, evtl. Netzspannung), um aus den am Instrument ablesbaren, gleichgerichteten Strom den Prozentsatz der Brauchbarkeit zu bestimmen. Für Zweiwegsysteme ist ein Umschalter vorgesehen. Aus Gründen einer Schaltungsvereinfachung und Einsparung von Spezial-Umschaltern könnte man die Meßanordnung für Gleichrichterröhren getrennt aufbauen *(Bild 2)*, allerdings wäre ein zusätzlicher Aufwand von Röhrenfassungen nötig.

Stufengeregelte Heizspannungen und Heizströme

Weitgehendste Anpassungsfähigkeit an alle vorkommende Heizspannungen ist Grundbedingung. Die Stromversorgung der Heizfäden soll hier ebenfalls nicht wesensfremd sein, daher Aufteilung in Parallel- und Serienheizung. Die Serienheizung ist stufen- und stetig regelbar (Kontroll-Amperemeter bis 300 mA ∿. Weicheiseninstrument ist zu grob, besser geeignet: Drehspul- mit Gleichrichter oder Thermo-Instrument). Ideal wäre automatische Regelung der Serienströme durch Eisenwasserstoffwiderstände (50, 100, [160], 200 und 300 mA). Das würde eine große Erleichterung der Einstellungen bedeuten, da man lediglich auf die Heizart (z. B. C-Röhre, U-Röhre u. a.) achten müßte. Röhren nicht vorgesehener Ströme vertragen für die Zeit der Prüfung kleinere Toleranzen unbeschadet.

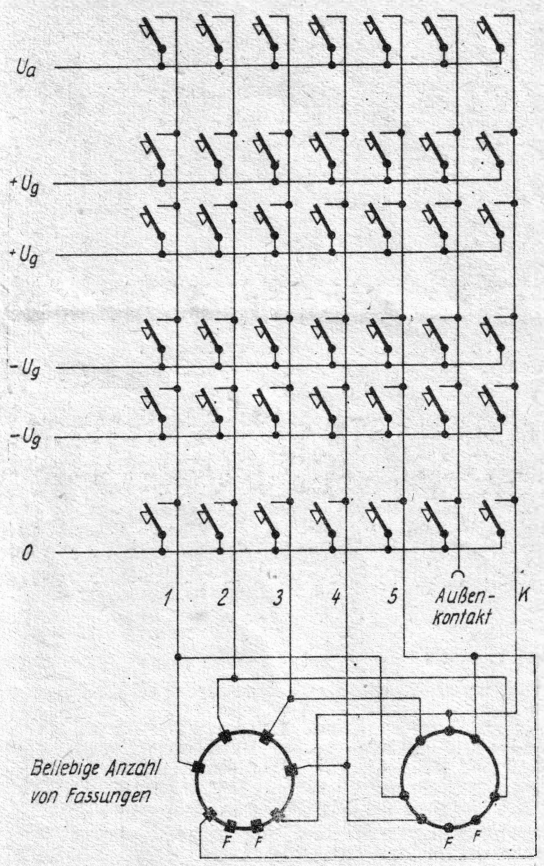


Bild 4. Drucktasten-Schaltung mit mechanischer Kurzschlußsicherung. Bei dieser Schaltung lösen sich die Drucktasten jeder senkrechten Tastreihe aus

Die Vorprüfung

Wie jeden Prüfvorgang teilen wir auch die Röhrenprüfung in mehrere zusammengehörende Prüf- und Meßabschnitte auf. Vor der eigentlichen Prüfung ist jede Röhre einer Vorprüfung zu unterziehen, die aus Heizfadendurchgangs- und Elektrodenschlußmessung besteht. Erfahrungsgemäß prüft man an erster Stelle den Heizfaden auf Stromdurchgang. Als Prüfstromquelle benutzt man die Netzspannung. Unzweckmäßig sind Batterien, die nach gewissen Zeitabständen ausgewechselt werden müßten. Am besten hat sich die Durchgangsprüfung mit Glimmlampe bewährt, deren Querstrom mit 1 bis 3 mA noch weit unter dem niedrigsten Heizstrom einer Röhre (z. B. DF 11 = 25 mA) zu liegen kommt *(Bild 1:* GL 1). Die Durchgangsanzeige erfolgt selbsttätig gleich nach dem Einschalten; eine Anzeige, die erst nach mehreren Schaltstellungen hervorgerufen werden kann, erschwert das Prüfen.

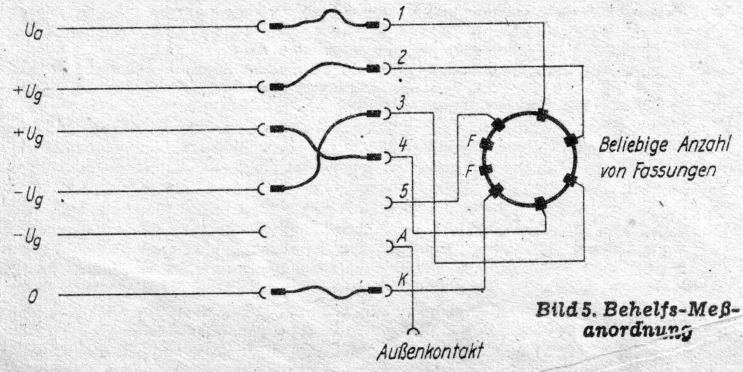


Bild 5. Behelfs-Meßanordnung

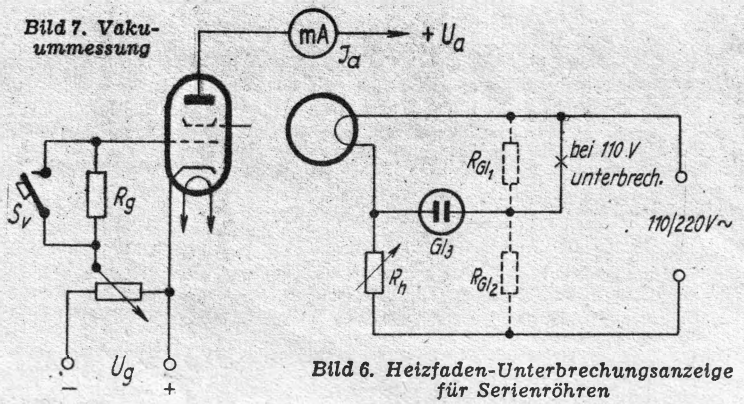


Bild 7. Vakuummessung

Bild 6. Heizfaden-Unterbrechungsanzeige für Serienröhren

Sodann folgt die Elektrodenprüfung auf gegenseitigen Schluß. Die Elektrodenschlußmessung ist in allen bisher gebräuchlichen Prüfgeräten nicht vollständig und sehr ungenau. Oft sind viele Schalterstellungen notwendig, um einen Teil aller vorkommenden Schlüsse festzustellen, ohne dabei erkennen zu können, wieviel und welche Elektroden miteinander Verbindung haben. Schließlich ist das für die Wiederbrauchbarmachung von Röhren ausschlaggebend. Da zudem Schlüsse erst bei mechanischer Einwirkung entstehen können, erschwert ein Stufenschalterprüfsystem eine einwandfreie Diagnose.

Eine Schalterstellung muß genügen, um alle tatsächlich vorhandenen Elektrodenschlüsse sofort gegebenenfalls unter mechanischer Einwirkung (Gummihammer!) ablesen zu können. Eine dieser Forderung entgegenkommende Schaltung finden wir in Limanns Prüffeldmeßtechnik. Der Verfasser schlägt dort eine Prüfschaltung mit abgestuftem Transformator vor, bei der niedervoltige Glühlämpchen bei Elektrodenschluß aufleuchten. Empfindliche batteriegeheizte Röhrentypen (D-Reihe) werden bei unsachgemäßer Einstellung durch die relativ größeren Querströme der Lämpchen gefährdet. Außerdem würden Schlüsse mit gewissen Übergangswiderständen wegen Trägheit der Lämpchen nicht angezeigt werden. Wie wäre es aber, an Stelle der Lämpchen leicht ansprechende Schauzeichen *(Bild 3)* in der gleichen Schaltungsart einzusetzen und als Prüfstromquelle die im Prüfgerät erzeugte Gleichspannung zu benutzen? (Querstrom des einzelnen Schauzeichens max. 20 mA!) Über den Vorwiderstand R_v, der ein Ansteigen des Querstroms verhindert, wird die notwendige Speisespannung entnommen. Gegenüber den anderen Elektroden erhält die Katode der zu prüfenden Röhre positives Potential, was eine Prüfung bei geheizter Katode erlaubt. Zusätzlich ist eine Prüfung aus Katoden-Heizfadenschluß bei indirekt geheizten Röhren während der Emissionsmessung mittels der Ruhestromtaste S_k möglich. Ein Schluß ist erwiesen, falls der Anodenstrom beim Unterbrechen der Katodenzuleitung weiterfließt.

Eine weitere Glimmlampen-Anordnung erlaubt eine eindeutige Heizfadenunterbrechungsanzeige für Serienröhren *(Bild 6)*. Bei Änderung der Netzspannung ist das Auswechseln der Glimmlampe erforderlich. Um eine genaue Anzeige einer im Betrieb entstehenden Heizfadenunterbrechung (z. B. zeitperiodische Unterbrechung des VCL 11-Heizfadens) zu garantieren, sind bei 110 (125) Volt die Wiederstände R_{Gl1}, R_{Gl2} notwendig (Größere Differenz zwischen Heizspannung der Röhre und Lösch- und Zündspannung der Glimmlampe). Erfolgt die Unterbrechung in größeren Zeitabständen, wäre es unvorteilhaft, das Prüfgerät so lange zu beobachten. Die Glimmlampen-Anordnung ließe sich an gut sichtbarer Stelle im Arbeitsraum als Fernanzeige ausführen, so daß periodische Fadenunterbrechung mit langen Pausen ohne Verlust der Arbeitszeit beobachtet werden kann.

Vakuum-Prüfung

Schlechtes Vakuum läßt sich schaltungstechnisch einfach prüfen, jedoch nicht immer eindeutig bestimmen. Die Ursache dieses (leider bisher nicht regenerierbaren) Fehlers soll das Eindringen oder Freiwerden von Luft- oder Gasmolekülen sein. Im Betriebszustand der Röhre tritt dann im Röhreninnern eine Ionisation auf, die infolge positiver Aufladung des negativ vorgespannten Steuergitters (bei hochohmiger Gitterspannungsquelle) ein nicht unwesentliches Ansteigen des Anoden- und Schirmgitterstroms verursacht. Da bei einer statischen Röhrenmessung der durch den üblichen Gittervorwiderstand erzeugte hohe Innenwiderstand der negativen Gitterspannungsquelle fehlt, bricht jede durch positive Aufladung hervorgerufene, der negativen Vorspannung entgegengesetzte Spannung zusammen, das heißt, schlechtes Vakuum ist nur bei Zwischenschalten eines hohen Gitterwiderstandes (ca. 0.6 MΩ) meßtechnisch erkennbar. Nun braucht nicht jede Röhre, die schlechtes Vakuum zu haben scheint, im Empfangsgerät zu versagen bzw. verzerren, da es auch auf die Art der Schaltung ankommt. — Bei Röhren, vor allem bei Endröhren, deren Anoden- und Schirmgitterströme im Prüfgerät vom normalen Datenwert angefangen langsam scheinbar ohne Ende steigen, wenn die Ruhestromtaste S_V *(Bild 7)* geöffnet und damit der Gitterwiderstand R_G wirksam ist, ist ohne weiteres auf schlechtes Vakuum zu schließen. Je nach den Belastungstoleranzen in einem Röhrenprüfgerät mit Spannungsteilern (steigen die Ströme — fallen die Spannungen!) hat eine Röhre schlechtes Vakuum, wenn ihr Anodenstrom beim Prüfvorgang eine Differenz von mehr als 50% des statischen Wertes aufweist.

Hanna Schweitzer

Bild 1: Vorderansicht des 6-Kreis-5-Röhrensupers Echophone-„Commercial." Mitte: links Hauptabstimmung, rechts Bandabstimmung; unten, von links nach rechts: Telegrafie-Telefonieschalter S_2, Störbeseitiger S_3, Lautstärkeregelung mit Netzschalter S_1 kombiniert, Wellenschalter, Umschalter für Kopfhörer- und Lautsprecherempfang, Sende-Empfangsschalter S_5. (Aufn.: FUNKSCHAU).

Um eine kräftige Nf-Verstärkung zu erzielen, dient das Triodensystem der 12 SQ 7 als Nf-Vorverstärker. Der widerstandsgekoppelte Endverstärker liefert eine Ausgangsleistung von 1,5 Watt.

Zf-Oszillator und Netzteil

Für Telegrafieempfang liefert der zweite Oszillator mit der Röhre 12 SQ 7 die erforderliche Überlagerungsspannung, die über den 5 pF-Kopplungskondensator zur Diode der Demodulatorröhre gelangt. Der Aufbau des Zf-Oszillators ist bemerkenswert einfach gehalten.

Als Gleichrichterröhre dient der Einweggleichrichter 35 Z 6. Da an Stelle einer Netzdrossel ein Festwiderstand (750 Ω) verwendet wird, sind als Lade- und Siebkapazitäten Kondensatoren mit 40 und 30 µF verwendet worden. Das Skalenlämpchen ist durch einen Parallelwiderstand überbrückt.

Umschalteinrichtungen

Bemerkenswert sind zahlreiche, für die Empfängergattung typische Umschalteinrichtungen. Außer dem Wellenbereichschalter und dem mit dem Lautstärkeregler kombinierten Netzschalter S_1 verwendet das Gerät einen Umschalter S_2 von Lautsprecher- auf Kopfhörerempfang. Wie das Schaltbild zeigt, wird der Kopfhörer an der Sekundärseite des Ausgangsübertragers angeschaltet. Ein weiterer Schalter S_4 gestattet die Umschaltung von Rundfunkwidergabe auf Telegrafieempfang, wobei die Anodenspannung des Zf-Oszillators eingeschaltet und die Schwundregelspannung für den Zf-Verstärker kurzgeschlossen wird. Schließlich ist für die Verwendung des Gerätes als Betriebsempfänger Schalter S_5 vorgesehen, der durch Auftrennen der Katodenleitung der Zf-Röhre den Empfang unterbricht und als Sende-Empfangsumschalter gedacht ist. Ein weiterer Schalter S_3 schaltet die eine Gleichrichterstrecke der als Zf-Oszillator dienenden Verbundröhre 12 SQ 7 an das Steuergitter der Endröhre, wodurch bei starken Störungen die Spannungsspitzen beschnitten werden („Noise limiter"). Die Abstimmung im Kurzwellenbereich erleichtert sich durch den Bandkondensator C_b, der parallel zum Hauptabstimmkondensator geschaltet ist. Das Gerät besitzt eine erstaunlich hohe Empfindlichkeit, die vor allem auf hohen Frequenzen zur Geltung kommt und hervorragende Empfangsergebnisse selbst im 10-m-Bereich gewährleistet. Die Abmessungen des Gerätes können mit 295×190×190 mm recht klein gehalten werden, da der Lautsprecher nicht an der Frontseite, sondern an der Deckplatte eingebaut ist. Auch das Gewicht darf als sehr günstig bezeichnet werden (5,1 kg). Mit dem neuen 6-Kreis-6-Röhren-Superhet hat die amerikanische Industrie den Beweis erbracht, daß es sich sehr wohl lohnt, einen leistungsfähigen „Commercial-Reciever" als Mittelklassensuperhet ohne Hf-Vorstufe herzustellen.

Werner W. Diefenbach

FUNKSCHAU-AUSLANDSBERICHT

Echophone-„Commercial" für Allstrom

In den USA. wird eine Empfängergattung („Communications-Reciever") besonders gepflegt, die Rundfunk- und Telegrafieempfang gestattet und eine Reihe vorzüglicher Eigenschaften besitzt. Dank ausgezeichneter Fernempfangsleistungen und weitgehender Anpassungsmöglichkeit an die jeweiligen Betriebsverhältnisse hat dieser Empfängertyp Weltruf erlangt, wie z. B. die Geräte von Hallicrafters, Chicago, beweisen („Skyrider"-Serie). Während die bisherigen Geräte dieser Art einen der Leistungsfähigkeit entsprechend hohen Preis besitzen, wird neuerdings in den USA. zu einem mäßigen Preis von 30 Dollar ein interessantes Gerät „Echophone-Commercial") hergestellt, dessen Schaltung *Bild 3* zeigt.

Mischstufe

Es handelt sich um einen 6-Kreis-5-Röhrensuper mit 3 Wellenbereichen 30—7,8 MHz, 7,4—2 MHz, 1900—550kHz. Hinzu kommt ein weiterer Kreis und eine weitere Röhre für den zweiten Oszillator. Die Mischstufe mit der 12 SA 8 verzichtet auf Schwundautomatik, um Frequenzverzerrungen zu vermeiden. Bemerkenswert an der Bereichumschaltung sind verschiedene Kurzschlußkontakte, die nicht verwendete Spulen jeweils kurzschließen. Im Oszillatorkreis werden zur Verkürzung der Abstimmkapazität Serienkondensatoren (C_1, C_2, C_3) verwendet.

Zf-Stufe und Demodulator

Im Zf-Verstärker, der zwei zweikreisige Zf-Bandfilter verwendet, arbeitet die Regelpentode 12 SK 7. Die Demodulation geschieht durch die parallel geschalteten Diodensysteme der Verbundröhre 12 SQ 7.

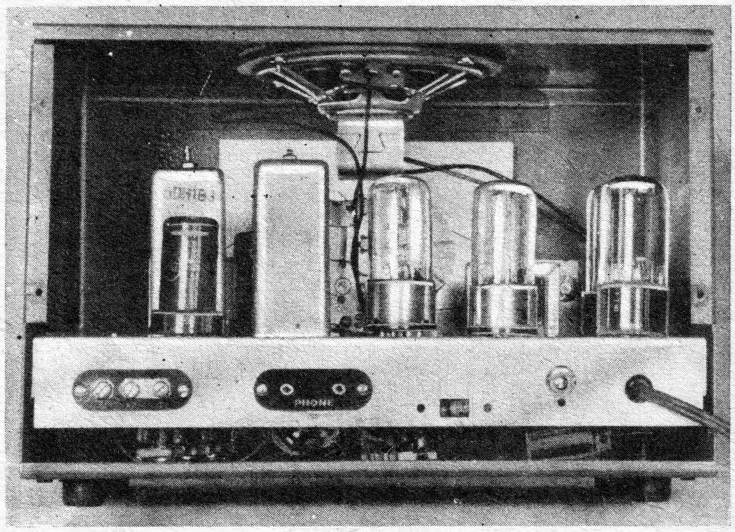


Bild 2: Rückansicht des Echophone „Commercial"-Superhets. Der Lautsprecher ist im Deckel untergebracht und strahlt vorwiegend nach oben, wobei durch entsprechende Anordnung der Schutzrippen eine Richtwirkung nach vorne erzielt wird. (Aufn.: FUNKSCHAU)

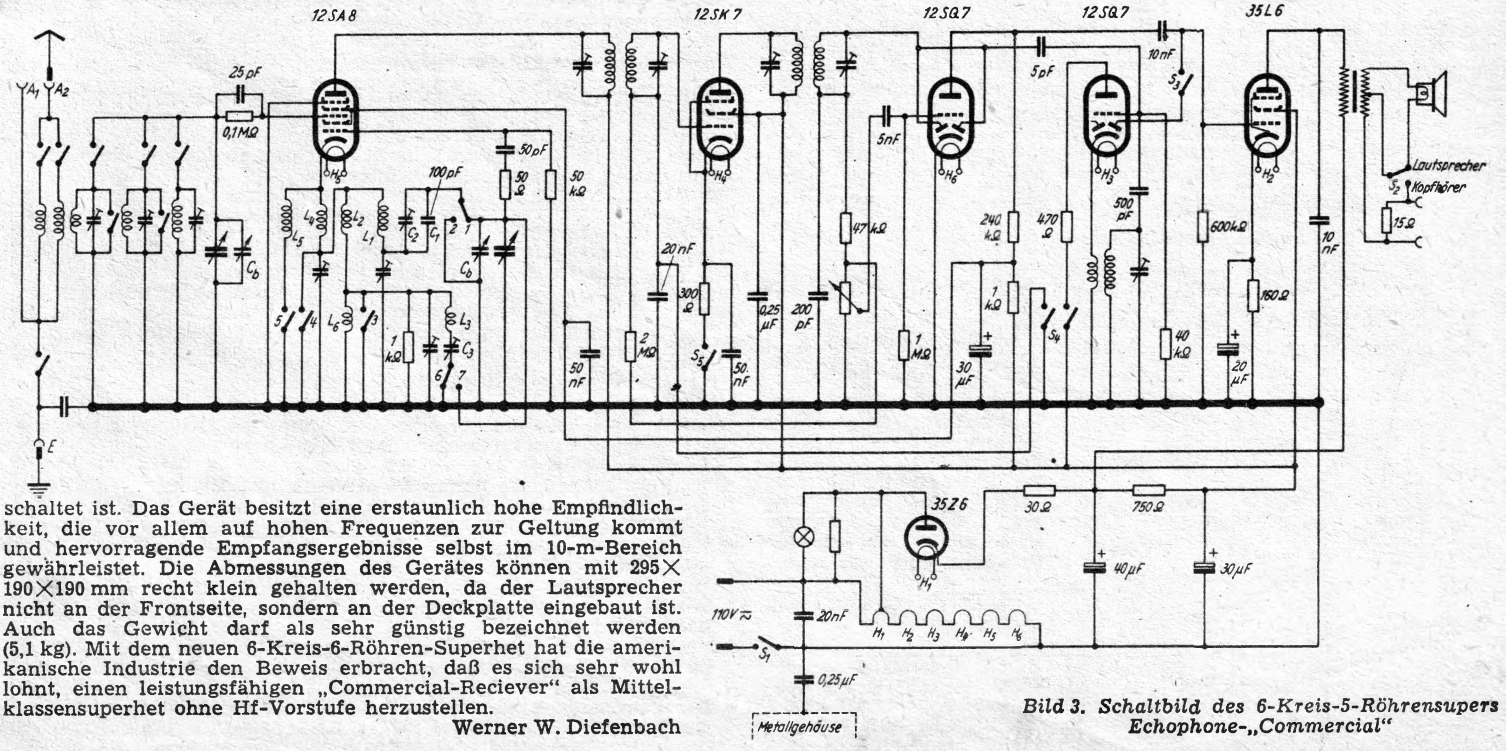


Bild 3. Schaltbild des 6-Kreis-5-Röhrensupers Echophone-„Commercial"

Parallellaufberechnung für Überlagerungsempfänger

Bei Überlagerungsempfängern werden fast ausschließlich Drehkondensatoren mit gleichem Plattenschnitt für Vorkreis und Oszillatorkreis verwendet. Da der Oszillator nach *Bild 1* um die Zwischenfrequenz f_z schneller als der Vorkreis oder Eingangskreis mit der Frequenz f_e schwingen muß, ist seine Frequenzvariation geringer. Dies wird erreicht, indem die Drehkondensatorvariation nach *Bild 2* durch einen Serien- und Parallelkondensator eingeengt wird. Durch Einstellen oder Abgleichen der Spule, des Serien- und des Parallelkondensators läßt sich damit der Oszillatorkreis nach *Bild 3* an drei Punkten genau in Parallellauf mit dem Vorkreis bringen. An den übrigen Punkten bestehen Abweichungen, d. h. die Differenz zwischen Vor- und Oszillatorkreis entspricht nicht genau der Zwischenfrequenz. Die Lage der drei Abgleichpunkte innerhalb des Frequenzbereiches ist maßgebend für die Größe der Abweichungen.

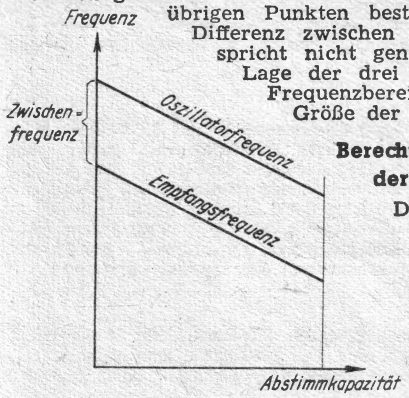


Bild 1. Lage der Oszillatorfrequenz zur Empfangsfrequenz

Berechnung der Lage der Abgleichfrequenzen

Die Berechnung der Lage der Abgleichpunkte und des Parallel- und Serienkondensators ist oft durchgeführt worden. Die erste grundlegende Arbeit erschien in der englischen Fachliteratur 1932, und zwar: Sowerby, Wireless-Eng. 9 (1932) 70 (1). Die Berechnung der Lage der Abgleichpunkte führt auf sehr verwickelte mathematische Beziehungen. Es wird der Frequenzunterschied zwischen der Idealkurve und der praktisch erzielbaren Kurve in Bild 3 als Fehlerkurve aufgezeichnet. Sie gibt die Abweichung der tatsächlich erzielten Frequenz vom Sollwert an und verläuft nach *Bild 5* doppelt s-förmig. Gewünscht wird, daß die beiden Scheitel und die Schwanzstücke der Fehlerkurve gleichen Abstand vom Sollwert haben. Dies ergibt gleichzeitig die kleinste überhaupt mögliche Abweichung. Derartige Kurven entsprechen den sogenannten Tschebyscheff-Funktionen. Ihre Berechnung erfordert eingehende mathematische Kenntnisse.

Abgleichfrequenzen für die Praxis

Für die Praxis gibt folgende Annäherung gut brauchbare Werte:

Abgleichpunkt am Anfang $a = (0{,}7\, f_{max} + f_{min})$ [1]
Mittlerer Ableichpunkt $m = (0{,}5\, f_{max} + f_{min})$ [2]
Abgleichpunkt am Ende $e = (0{,}3\, f_{max} + f_{min})$ [3]

z. B. $f_{min} = 500$ kHz; $f_{max} = 1500$ kHz; $f_{max} + f_{min} = 2000$ kHz

$a = 0{,}7 \cdot 2000 = 1400$ kHz
$m = 0{,}5 \cdot 2000 = 1000$ kHz
$e = 0{,}3 \cdot 2000 = 600$ kHz

Die erhaltenen Abgleichfrequenzen werden meist auf den nächstliegenden Rundfunksender abgeändert. Mit diesen Frequenzen erhält man die Sollfrequenz f_0 für den Oszillatorkreis durch Addieren der Zwischenfrequenz f_z. $f_0 = f_e + f_z$

Im vorliegenden Fall ergibt sich:

$f_1 = 600 + 468 = 1068$ kHz
$f_2 = 1000 + 468 = 1468$ kHz
$f_3 = 1400 + 468 = 1868$ kHz

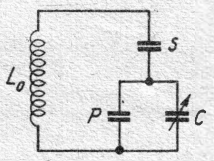


Bild 2. Verkleinerung der Variation des Oszillatorkondensators durch Serien- und Parallelkapazität

Die Berechnung von P, S und L_0 erfolgt nach den Rechengesetzen der Elementarmathematik. Durch die Wahl der Abgleichfrequenzen im Vorkreis und durch die Kapazitätskurve bzw. den Plattenschnitt des Drehkondensators liegen seine drei Kapazitätseinstellungen fest.

Die Einstellung für f_1 sei C_1,
die Einstellung für f_2 sei C_2,
die Einstellung für f_3 sei C_3;

Die Gesamtkapazität des Oszillatorkreises ist:

$$C_{ges} = \frac{S \cdot (P + C)}{S + P + C} \qquad [4]$$

Die Frequenz des Oszillatorkreises ist:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_0 \cdot C_{ges}}} \qquad [5]$$

Um in den folgenden Berechnungen nicht den Wurzelausdruck hindurchzuschleppen, machte Sowerby (1) die elegante Vereinfachung, nicht mit dem absoluten Frequenzwert zu rechnen, sondern mit seinem LC-Produkt. Für ein bestimmtes LC-Produkt ergibt sich nämlich, ganz gleich wie groß L und C im einzelnen sind, immer die gleiche Frequenz, und zwar ist

$$L \cdot C = \frac{1}{(2\pi f)^2} \qquad [6]$$

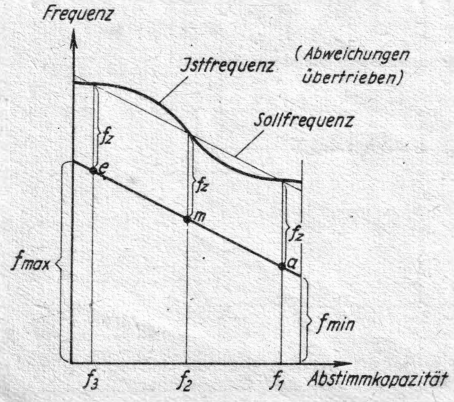


Bild 3. Tatsächlich erzielbarer Verlauf der Oszillatorfrequenz mit der Schaltung nach Bild 2

Damit erhält man für die einzelnen Oszillatorfrequenzen f_1, f_2 und f_3 ihre LC-Produkte $(LC)_1$, $(LC)_2$ und $(LC)_3$. Diese Werte sind also gegeben bzw. bekannt. Das LC-Produkt des Oszillatorkreises allgemein ergibt sich aus L_0 und C_{ges} zu:

$$L \cdot C = L_0 \cdot \frac{S \cdot (P + C)}{S + P + C} \qquad [7]$$

Gleichungen für die einzelnen Abgleichfrequenzen

Hiermit lassen sich jetzt für die einzelnen Abgleichfrequenzen folgende drei Gleichungen aufstellen:

$$(L \cdot C)_1 = L_0 \frac{S \cdot (P + C_1)}{S + P + C_1} \qquad [8]$$

$$(L \cdot C)_2 = L_0 \frac{S \cdot (P + C_2)}{S + P + C_2} \qquad [9]$$

$$(L \cdot C)_3 = L_0 \frac{S \cdot (P + C_3)}{S + P + C_3} \qquad [10]$$

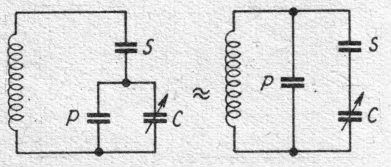


Bild 4. Die Kapazität P eines Oszillatorkreises kann bei der üblichen Bemessung ohne große Abweichung auch parallel zur Spule gelegt werden

In diesen drei Gliederungen sind alle Werte bekannt außer S, P und L_0. Aus diesem System von drei Gleichungen mit drei Unbekannten lassen sich also in üblicher Weise die Unbekannten eliminieren und berechnen. Da die Unbekannten P und S im Zähler und Nenner stehen, sind die Endausdrücke jedoch ziemlich verwickelt, und es hängt von der Geschicklichkeit des Rechners ab, einen möglichst flüssigen Rechnungsgang zu finden. Diese Aufgabe ist für den Mathematiker sehr reizvoll, und es sind die verschiedensten Wege beschritten worden, wie das Schrifttumsverzeichnis beweist. Übrigens ergeben sich praktisch fast die gleichen Werte für S und P, wenn nach *Bild 4* die Kapazität P nicht parallel zum Drehkondensator C, sondern parallel zur Reihenschaltung von C und S gelegt wird.

Sind L_0, S und P gefunden, so kann für jede Drehkondensatoreinstellung C (aus der Drehkondensatorkurve zu entnehmen) nach den Gleichungen 4 und 5 die Gesamtkapazität und daraus die Frequenz berechnet werden. Wird dies gleichzeitig für den Vorkreis durchgeführt, so erhält man die tatsächliche Frequenzdifferenz bzw. unter Abzug der Zwischenfrequenz die Fehlerkurve. Da die Frequenzfehler gegenüber dem Sollwert der Zwischenfrequenz nur wenige kHz betragen, muß diese Rechnung sehr exakt durchgeführt werden. Die Rechenschiebergenauigkeit genügt nicht, es müssen mindestens fünfstellige Logarithmentafeln verwendet werden. Diese Berechnung hat jedoch nur rein wissenschaftlich Interesse, da in der Praxis die Bandbreite des Vorkreises meist größer ist als der Frequenzfehler und somit die Eingangsfrequenz noch genügend stark hindurchkommt, um mit der genauen Oszillatorfrequenz die Zwischenfrequenz zu ergeben. Auf der anderen Seite ergibt sich daraus, daß es zwecklos ist, die Güte der Vorkreise sehr in die Höhe zu treiben, weil dann tatsächlich an den Stellen der größeren Parallellauffehler eine spürbare Empfindlichkeitsverminderung des Empfanges eintritt.

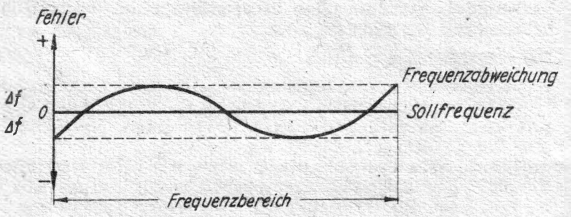


Bild 5. Fehlerkurve der Oszillatorfrequenz

Anwendung graphischer Verfahren

In der Arbeit von Fränz (4) sind die gesamten Berechnungen einschließlich der Fehlerberechnung auf graphische Verfahren zurückgeführt. Es lassen sich daraus die Werte verhältnismäßig einfach erhalten. Übliche Werte sind je nach Lage der Abgleichpunkte und des verwendeten Drehkondensators folgende:

	S	P	L_0
Mittelwellenbereich	400—600 pF	60—100 pF	70—150 µH
Langwellenbereich	150—250 pF	50—100 pF	200—850 µH

Der Serienkondensator S wird heute fast immer als Festkondensator mit enger Kapazitätstoleranz gewählt. Dadurch ergibt sich zwangsläufig der mittlere Abgleichpunkt an der richtigen Stelle, und die Kreise brauchen nur bei tiefer Frequenz durch L und bei hoher durch P abgeglichen zu werden.

Literatur

Grundlegende Arbeiten über die Berechnung des Dreipunktabgleiches bei Überlagerungsempfängern sind folgende:

1. Sowerby, Wireless Eng. 9 (1932) 70
2. Kautter, Elektrische Nachrichtentechnik 12 (1935) 31
3. O. Meisinger, Funktechnische Monatshefte 1940, H. 11, S. 161 ... 164, 1943, H. 2/3, S. 23 ... 28
4. Kurt Fränz, Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik, Band 59 (1942) Mai, Heft 8, S. 144 ... 150

Außerdem sind folgende Arbeiten veröffentlicht:

5. Die Berechnung des Gleichlaufes beim Superhet (Radio-Mentor 1936, Heft 7 und 8)
6. Eine praktische Methode zur Dimensionierung des Oszillatorkreises in Überlagerungsempfängern. (Tungsram, Röhrentechnische Mitteilungen IV, Mai 1937)
7. Berechnungsgang für den Super-Gleichlauf von E. Schwarz. (Radio-Mentor Heft 9/10, Oktober 1943, S. 324 ... 325).

Ing. Otto Linann

Verwendungsmöglichkeiten der Röhre RV 2,4 P 700 in Rundfunkgeräten

Bei der RV 2,4 P 700 handelt es sich um eine Hf- und Nf-Pentode für Batteriebetrieb, die sich auch als Triode und sogar bei bescheidenen Ansprüchen hinsichtlich Ausgangsleistung als Endröhre verwenden läßt. So liefert diese Röhre als Endverstärker in Triodenschaltung etwa 40 mW an einen Lautsprecher mit 30 000 Ω Anpassung. Günstiger ist es, zwei solcher Röhren parallel zu schalten, damit die doppelte Sprechleistung zu erzielen und auch aller Anpaßsorgen enthoben zu sein, denn eine Anpassung für 15 000 Ω, wie sie nun erforderlich ist, hat jeder normale Lautsprecher in der in Frage kommenden Belastungsgruppe von etwa 1 Watt. Somit zeigt sich, daß die Röhre RV 2,4 P 700 recht universell ist, soweit es sich um Batteriebetrieb handelt. Befremdlich erscheint zunächst die ungewöhnliche Heizspannung von 2,4 V, wie sie in Rundfunkgeräten normaler Bauart ungebräuchlich ist. Das rührt daher, daß in kommerziellen Geräten mit Vorliebe Nickel-Eisen-Sammler mit 2,4 V Spannung Verwendung fanden.

Sonderheiten in der Heizspannungsversorgung

Soll diese Röhre als Ersatz in ein handelsübliches Rundfunkgerät eingebaut werden, dann muß zunächst der vorhandene Heizspannungswert berücksichtigt werden. Wird ein 2-V-Bleisammler verwendet, so läßt sich die RV 2,4 P 700 natürlich zunächst nicht verwenden, da sie ja nicht genügend geheizt werden würde. Das gleiche gilt natürlich für ein mit D-Röhren bestücktes Gerät, für welches nur ein 1,5-V-Trockenelement vorgesehen ist. Aus der Not eine Tugend machend, kann man sich aber so helfen, daß man in Zukunft mit einem 2,4-V-Nickel-Eisen- oder einem 4-V-Bleisammler heizt und durch Vorwiderstände im Heizkreis die richtige Fadenspannung für jede Röhre einstellt. Da man mit der RV 2,4 P 700 praktisch alle Hf-, Nf- und Zf-Pentoden ersetzen kann, sofern sie nicht unbedingt geregelt werden müssen und sich sogar bei bescheidenen Ansprüchen die Endstufe mit dieser Röhre bestücken läßt, sei nachstehende Formel angegeben, mit der wir leicht den jeweils erforderlichen Vorwiderstand errechnen.

$$R_V = \frac{U_H - U_R}{J_R} \text{ (in Ohm)}$$

R_V = Vorschaltwiderstand für die verwendete Röhre
U_H = Spannung der Heizbatterie
U_R = Röhren-Heizspannung
I_R = Heizstrom der verwendeten Röhre

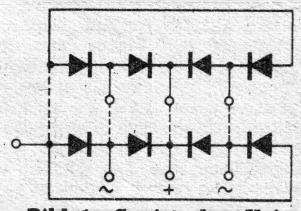


Bild 1. So ist der Heizgleichrichter geschaltet. Ein zweiter Gleichrichter (gestrichelt) kann parallel geschaltet werden

Beispiel: In einem DKE-Batterie ist eine KC 1 schadhaft. Sie soll durch eine RV 2,4 P 700 in Triodenschaltung (Gitter 2 an Anode) ersetzt werden. Heizung erfolgte früher mit 2-V-Bleisammler. Da diese Spannung nicht mehr ausreicht, wird in Zukunft mit einem 4-V-Sammler geheizt. Zu errechnen sind die Vorschaltwiderstände im Heizkreis jeder einzelnen Röhre.

Audion: RV 2,4 P 700 $U_H = 4\,V$ $U_R = 2{,}4\,V$ $J_R = 0{,}06\,A$

$$R_V = \frac{4\,V - 2{,}4\,V}{0{,}06\,A} = \underline{26{,}6\,\Omega}$$

Nf-Stufe: KC 1 $U_H = 4\,V$ $U_R = 2\,V$ $J_R = 0{,}065\,A$

$$R_V = \frac{4\,V - 2\,V}{0{,}065\,A} = \underline{31\,\Omega}$$

Endstufe: KL 1 $U_H = 4\,V$ $U_R = 2\,V$ $J_R = 0{,}15\,A$

$$R_V = \frac{4\,V - 2\,V}{0{,}15\,A} = \underline{13{,}5\,\Omega}$$

Wird die RV 2,4 P 700 als Ersatz für eine RES 094, H 406, H 410 D in Batteriegeräten mit 4-V-Heizung betrieben, dann ist in den Heizkreis der Ersatzröhre ein Vorwiderstand von 27 Ω zu legen, wie sich leicht nach obiger Formel errechnen läßt. Auch die Trioden A 408, RE 084, RE 034, A 411, H 407 spez., RE 074 n, W 406 und W 411 lassen sich so ersetzen, daß man die RV 2,4 P 700 als Triode schaltet.

Die Verwendung in Gleichstromgeräten

In Gleichstromgeräten läßt sich die RV 2,4 P 700 gleichfalls zum Ersatz der hier seriengeheizten Batterieröhren verwenden. Allerdings ist dann parallel zum Faden ein entsprechender Nebenwiderstand zu schalten. Die Schaltung dieser Geräte ist recht verschieden, so daß man keine allgemeingültigen Regeln aufstellen kann. Zunächst ist der Strom im Heizkreis zu ermitteln, der in der Regel dem Heizstrom der Endröhre entspricht. Der parallel zum Faden der zu ersetzenden Originalröhre liegende Nebenwiderstand ist zu messen (möglichst im

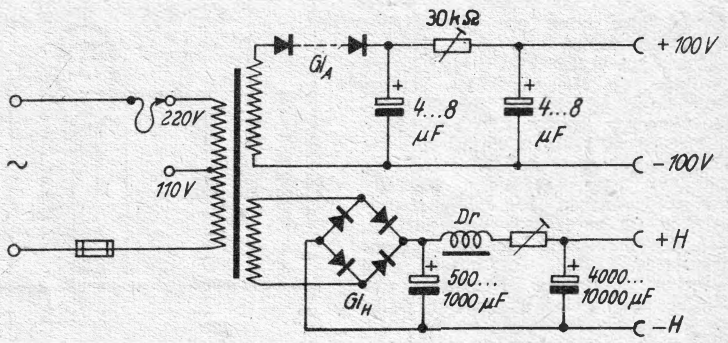


Bild 3. Netzanschlußgerät für Wechselstrom

warmen Zustand, also unmittelbar nach dem Abschalten), damit er zusammen mit dem noch zusätzlich parallel zu der Ersatzröhre zu legendem Nebenwiderstand den errechneten Wert ergibt, oder er ist zu entfernen und der neue Widerstand gleich auf den erforderlichen Wert zu bringen.

$$R_H = \frac{U_H}{I_H}$$

R_H = Gesamtwiderstand der Ersatzröhre mit Nebenwiderstand.
U_H = 2,4 V.
J_H = Gesamtstrom im Heizkreis des Gerätes.

Der Gesamtwiderstand der Ersatzröhre mit Nebenwiderstand setzt sich zusammen aus dem Fadenwiderstand der Röhre RV 2,4 P 700 mit 40 Ω und dem Nebenwiderstand.

$$R_H = \frac{R_R \cdot R_N}{R_R + R_N}$$

R_R = 40 Ω.
R_N = erforderlicher Nebenwiderstand.

$$R_N = \frac{R_{N1} + R_{N2}}{R_{N1} + R_{N2}}$$

Der Nebenwiderstand kann (!!) sich zusammensetzen aus dem im Gerät bereits vorhandenen Nebenwiderstand und dem neu zuzuschaltenden, sofern man nicht vorzieht, den eingebauten Widerstand zu entfernen.

Beispiel: Bei einem Gleichstromgerät ist die RE 084 defekt und soll ersetzt werden. Ersatz: RV 2,4 P 700. Gesamtheizstrom bedingt durch die Endröhre RES 164 = J_H = 0,15 A.

$$R_H = \frac{2{,}4\,V}{0{,}15} = \underline{16\,\Omega}$$

$$16\,\Omega = \frac{40 \cdot R_N}{40 + R_N} \qquad \underline{R_N = 26{,}6\,\Omega}$$

Sockelschaltungen und elektrische Daten der Röhre RV 2,4 P 700

Betriebsdaten		Maximale Daten	
Anodenspannung	150 V	Anodenspannung	200 V
Schirmgitterspannung	75 V	Schirmgitterspannung	120 V
Spannung am Gitter 3	0 V	Anodenverlustleistung	1 W
Neg. Gittervorspannung	—1,5 V	Schirmgitterverlustleistung	0,3 W
Anodenstrom	ca. 1,7 mA	Katodenstrom	5 mA
Schirmgitterstrom	0,35 mA	Gitterableitwiderstand	2,5 MΩ
Steilheit im Arb.-Pkt.	0,7—1,3 mA/V		
Innenwiderstand	0,7 MΩ		
Heizspannung	2,4 V		
Heizstrom	60 mA ± 10%		

Als Endstufe in Triodenschaltung: (G mit Anode verbunden)

U_A = 100 V
I_A = 4 mA
U_{g1} = ca. —2 . . . 3 V

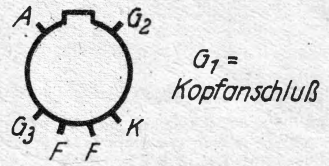


Bild 4. Sockelschaltung der Röhre RV 2,4 P 700

Es müssen also 26,6 Ω parallel zum Faden der Röhre liegen. Wenn der im Gerät schon eingebaute Widerstand aber nicht entfernt werden soll, etwa um ohne Eingriff in das Gerät später wieder die Originalröhre verwenden zu können, dann ist der eingebaute Nebenwiderstand zu messen und der noch erforderliche Nebenwiderstand zu berechnen.

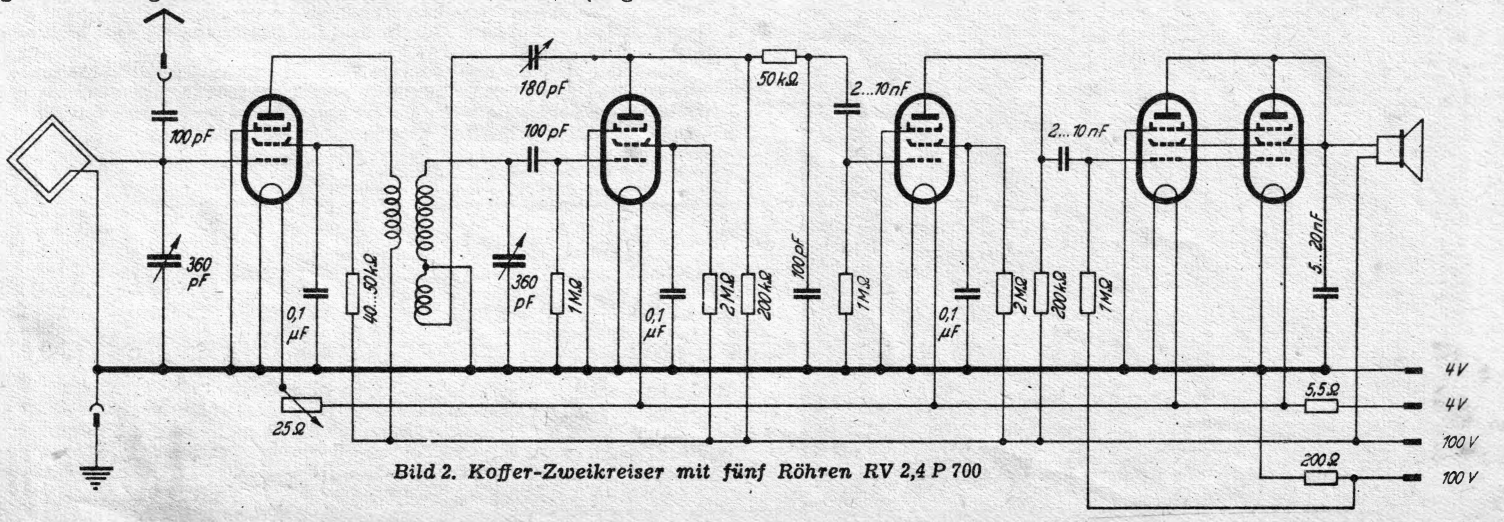


Bild 2. Koffer-Zweikreiser mit fünf Röhren RV 2,4 P 700

Gemessen für $R_{N1} = 57\ \Omega$

$$R_N = 26{,}6 = \frac{57 \cdot R_{N2}}{57 + R_{N2}} = \underline{50\ \Omega}$$

Es ist also noch ein zusätzlicher 50-Ω-Widerstand an die Heizanschlüsse zu legen. Für diese Geräte genügen an sich ½ Watt Widerstände. Es ist jedoch immer empfehlenswert, Typen mit 1—2 Watt Belastung zu wählen, damit sich die Widerstandswerte bei Dauerbetrieb nicht zu sehr verändern. Bei Ersatzbestückungen in Gleichstromgeräten ist es immer erforderlich, sich die Schaltung des Heizkreises herauszuzeichnen. Mitunter sind nämlich auch die Heizfäden der Vorröhren parallel geschaltet. Dann ist, damit die Spannung an der verbleibenden Originalröhre nicht zusammenbricht, die Ersatzröhre mit einer Kombination aus Vor- und Nebenwiderstand zu beheizen. Dem erfahrenen Funktechniker wird aber die Berechnung dieser Widerstände nach dem Gesagten keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bereiten.

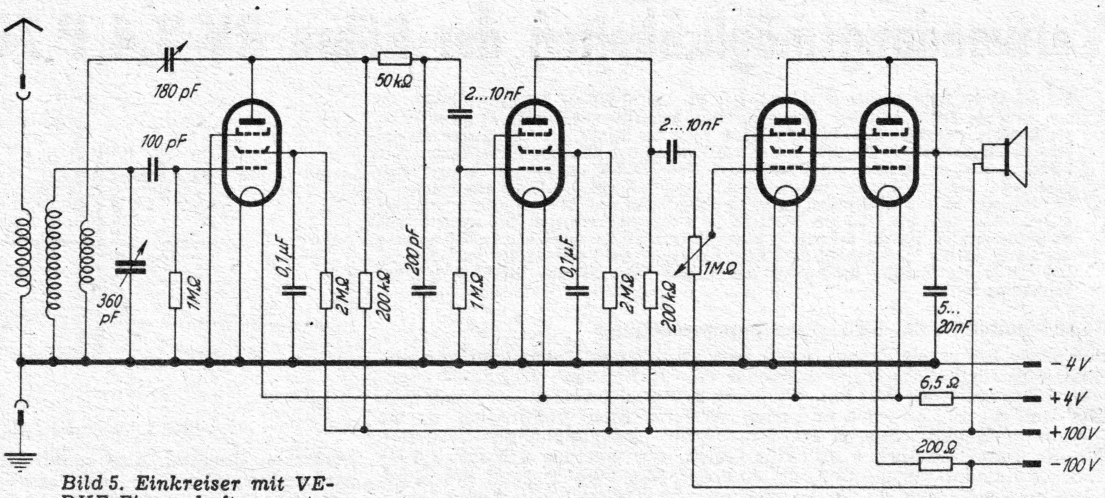


Bild 5. Einkreiser mit VEDKE-Eigenschaften unter Verwendung der Röhre RV 2,4 P 700

Zwei Geräte mit Röhren RV 2,4 P 700

Im *Bild 5* zeigen wir die Schaltung eines einfachen Einkreisers mit diesen Röhren für Batteriebetrieb und im *Bild 2* einen kleinen Kofferempfänger nur für Mittelwellen. Da auf Gleichlauf der beiden Kreise verzichtet wurde, läßt sich das Gerät mit sehr einfachen Teilen aufbauen. Der Audionkreis ist eichbar. Die Lautstärkeregelung geschieht im Heizkreis der Vorröhre. Soll das Gerät ortsfest arbeiten, so kann an Stelle der Rahmenantenne eine weitere Einkreiserspule Verwendung finden.

Im *Bild 3* zeigen wir endlich noch ein kleines Netzanschlußgerät für die beiden beschriebenen Empfänger für Wechselstromnetze. Baut man es mit den Empfängern in ein gemeinsames Gehäuse ein, dann kann man von Vollnetzempfängern sprechen. Dank der parallel geschalteten Endröhren sind Lautstärke und Klanggüte, besonders bei Verwendung eines kleinen dynamischen Lautsprechers, durchaus zufriedenstellend. Bei der Inbetriebnahme des Netzgerätes stellt man den veränderlichen Widerstand für Heizspannungsregelung (etwa 40 Ω) auf seinen höchsten Wert ein und regelt dann unter Verwendung eines Drehspul-Voltmeters die richtige Heizspannung von 2,4 V ein. Ebenso stellt man den Anodenspannungsregler (30 kΩ) so ein, daß die Anodenspannung im Gerät 100 V nicht übersteigt. Auch hier muß mit einem Instrument von mindestens 500 Ω/V gemessen werden. Bei Verwendung dieses Netzgerätes muß ein Hauptschalter in der Netzzuleitung liegen. Der Heizkreis im Gerät selbst darf nicht unterbrochen werden, da dies zum Durchschlagen der Elektrolytkondensatoren führen würde.

Ing. Fritz Kühne

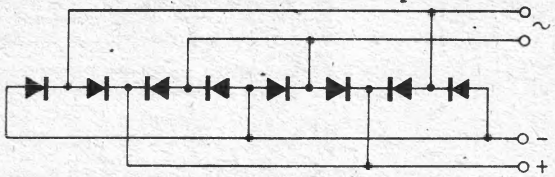


Bild 5. So werden acht Gleichrichterzellen zur Erhöhung der Leistung auf einer Spindel aufgereiht und zusammengeschaltet

Prüfgerät nach FUNKSCHAU-Bauplänen

Die FUNKSCHAU-Baupläne der Meßgerätereihe M 1 (Röhrenprüfgerät) und M 2 (Reparaturgerät) bieten auch erfahrenen Funktechnikern viele Anregungen zum Selbstbau von Meß- und Prüfeinrichtungen, wie die nachfolgende kurze Beschreibung zeigt.

Das nach den Bauplänen M 1 und M 2 entworfene Prüfgerät ist auf einer Pertinaxplatte 41×73 cm aufgebaut und besteht hauptsächlich aus dem Leistungsröhrenprüfer nach Bauplan M 1, der mit Röhrenfassungen für amerikanische Röhren erweitert worden ist, und aus Einrichtungen des Reparaturgerätes (Bauplan M 2).

Im rechten Teil des Gerätes wurde ein Volksempfänger als Prüfempfänger eingebaut.

Oskar Merz

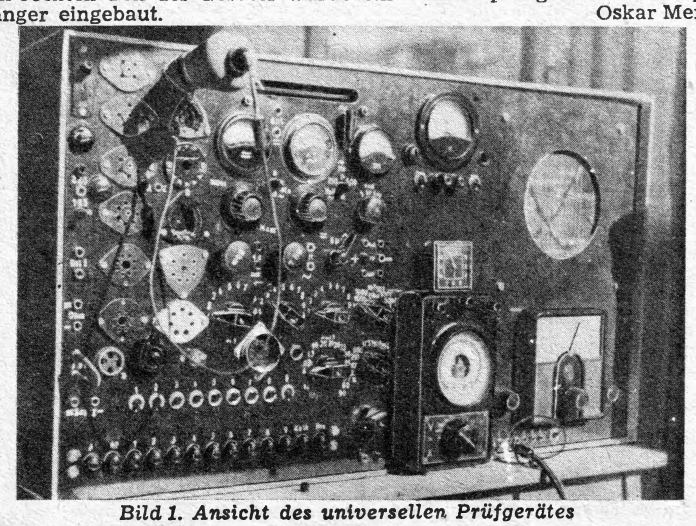


Bild 1. Ansicht des universellen Prüfgerätes

Funktechnisches Fachrechnen

Feldwicklungen und Relaisspulen

Die üblichen Drahttabellen reichen zur schnellen Berechnung von Lackdrahtwicklungen. Meist sind in ihnen der Drahtquerschnitt, der Ohmwert pro Meter und die Windungszahl pro Quadratzentimeter angegeben. Soll ein gegebener Spulenkörper mit einem bestimmten Ohmwert bewickelt werden, wie dies meist bei Feldspulen von Lautsprechern der Fall ist, so muß zunächst willkürlich eine Drahtstärke angenommen und dafür die Gesamtwindungszahl und die mittlere Windungslänge errechnet werden. Daraus ergibt sich die Gesamtdrahtlänge und der Gesamtwiderstand. Stimmt er nicht mit dem gewünschten Wert überein, so muß die Rechnung mit einem anderen Drahtdurchmesser wiederholt werden, bis sich der richtige Wert ergibt. Viel einfacher wird die Rechnung mit einer Tabelle, die den Widerstand pro Kubikzentimeter Wickelraum angibt. In einem Kubikzentimeter Wickelraum ist nämlich bei gleicher Drahtstärke immer die gleiche Drahtmenge enthalten, und es ergibt sich hierfür immer der gleiche Ohmwert. Diese Angabe ist in Spalte 4 der nachstehenden Tabelle enthalten. Die Werte gelten für festgewickelte Spulen ohne Papierzwischenlagen.

Wickeldaten für Lackdraht			
Drahtstärke	R/m	n/cm2	R/cm3
0,05	8,913	17 000	1530
0,06	6,189	13 000	806
0,07	4,547	10 000	460
0,08	3,482	8 500	298
0,09	2,751	7 200	202
0,10	2,228	5 800	130
0,11	1,854	4 800	89
0,12	1,5473	4 100	63,7
0,13	1,3220	3 500	46,3
0,14	1,1368	3 200	36,9
0,15	0,9903	2 700	26,7
0,18	0,6877	1 900	13,3
0,20	0,5570	1 550	8,7
0,22	0,4604	1 300	5,98
0,25	0,3565	1 000	3,6
0,30	0,2476	720	1,8
0,35	0,1819	520	0,938
0,40	0,1393	410	0,574
0,45	0,1100	330	0,364
0,50	0,0891	260	0,234

Mit dieser Angabe vereinfacht sich die Rechnung folgendermaßen:

1. Volumen des Wickelraumes errechnen.
2. Gewünschten Ohmwert durch die Kubikzentimeter des Wickelraumes dividieren.
3. Diesen oder den nächst höheren Wert in Spalte 4 der Tabelle aufsuchen. Die zugehörige Drahtstärke ergibt den gewünschten Ohmwert.

Beispiel: Eine Feldspule nach Skizze soll eine neue Feldwicklung mit 5000 Ω-Widerstand erhalten. Volumen des Wickelraumes

$$V = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}\right) \cdot l$$

$$\boxed{V = \frac{\pi \cdot l}{4}\left(D^2 - d^2\right)}$$

$$V = \frac{\pi \cdot 36}{4}\left(36 - 6{,}25\right)$$

$$\underline{V = 84{,}5\ cm^2}$$

$$R/cm^3 = \frac{5000}{84{,}5} = \underline{59\ \Omega/cm^3}$$

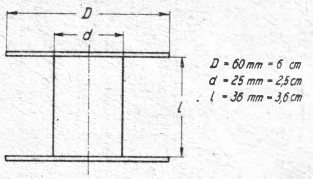


Bild 1. Maße des Wickelraumes einer Feldspule

Der nächsthöhere Tabellenwert ist 63,7 Ω/cm³. Die Spule ist also mit 0,12 Draht voll zu wickeln. Dabei erübrigt sich eine Zählung der Windungszahl. Soll mit Papierzwischenlagen gewickelt werden, so ist die Drahtstärke geringer zu wählen.

Otto Limann

Röhrenersatz durch kommerzielle Spezialröhren

Dem Ersatz von Rundfunkröhren durch kommerzielle Spezialröhren kommt so große Bedeutung zu, daß es sich lohnt, die verschiedenen Möglichkeiten näher zu erörtern. Die wohl häufigsten und bekanntesten Spezialröhren sind:

LD 1	RG 12 D 60	RL 12 P 10	RV 2 P 800
LG 1	LV 1	RL 2,4 T 1	RV 12 P 2000
LS 50	RL 2,4 P 2	RV 2,4 P 700	RV 12 P 2001
			RV 12 P 4000

Mit den genannten Röhren läßt sich eine große Anzahl Rundfunkröhren ersetzen. Im folgenden sollen für den Ersatz, der Häufigkeit der Spezialröhren entsprechend, Ratschläge gegeben werden.

Im allgemeinen ist der Austausch ohne Eingriffe in die Schaltung möglich, wenn auch nicht immer der optimale Betriebszustand für die Spezialröhre vorliegt.

Spannungsröhren

Grundsätzlich ist festzustellen, daß sämtliche Spezialröhren Spannungsröhren sind, so daß die Heizströme nur Richtwerte darstellen. Dementsprechend sind auch die weiter unten angegebenen Widerstandswerte nur als Richtwerte anzusehen. Es empfiehlt sich, den Heizstrom der Röhre vor dem Einbau zu ermitteln und die angegebenen Werte entsprechend zu korrigieren. Besonders gilt das für die Röhre RV 12 P 2000, mit der häufig kein Erfolg erzielt wird, weil der Heizstrom statt 75 mA bis zu 120 mA beträgt. Wie *Bild 1* zeigt, ist es möglich, die Röhre auf verschiedene Weise zu shunten. Für beide Arten werden die Werte angegeben.

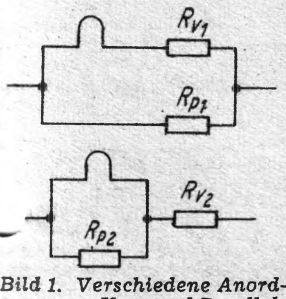


Bild 1. Verschiedene Anordnung von Vor- und Parallelwiderstand im Heizkreis

Soll die Spezialröhre eine Triode ersetzen, dann werden außer Gitter 1 alle von außen zugänglichen Gitter an die Anode angeschlossen *(Bild 2)*.

RV 2,4 P 700 und RV 2 P 800 als Ersatzröhren

Beide Röhren lassen sich zusammen behandeln. Abgesehen von den Heizdaten unterscheiden sie sich dadurch, daß bei der RV 2,4 P 700 das Gitter 3 herausgeführt ist, während es bei der RV 2 P 800 in der Röhre mit dem Heizfaden verbunden ist. Die Schaltung des Bremsgitters hat bei üblichen Geräten keine besondere Bedeutung, auch nicht bei Verwendung der Röhre als Dreipolsystem (Verbindung mit Kathode zulässig!)

Tabelle 1. Austauschmöglichkeiten und vorzunehmende Änderungen bei Verwendung der RV 2,4 P 700 und der RV 2 P 800.

RV 2,4 P 700	RV 2 P 800	RV 2,4 P 700 R_v Ohm 1	RV 2,4 P 700 R_v Ohm 2	RV 2,4 P 700 R_p Ohm 1	RV 2,4 P 700 R_p Ohm 2	RV 2 P 800 R_v Ohm 1	RV 2 P 800 R_v Ohm 2	RV 2 P 800 R_p Ohm 1	RV 2 P 800 R_p Ohm 2
RE 034	KC 3	27							
RE 074	KF 1	27							
RE 074 n		27							
RE 084		27							
RE 094		27	17,5	200	120				
KC 1	REN 1814	0	0			100			
KC 3	RENS 1818			13		100			
KF 1	RENS 1820			13		100			
KF 4	REN 1821					100			

Beim Ersatz der 18er-Serie durch die RV 2 P 800 ist zu beachten, daß nur eine 18er-Röhre im Gerät durch die direkt beheizte Röhre ersetzt werden kann, ohne mit unzulässigen Brummerscheinungen rechnen zu müssen. Beim reinen Batterie-Betrieb läßt sich die KC 1 und KF 4 auch durch eine RV 2 P 800 ersetzen. Bei netzgeheizten Röhren ist dies nicht ohne weiteres möglich.

Der Ersatz der KC 3 als Treiberröhre durch die RV 2,4 P 700 macht es erforderlich, diese als Pentode zu verwenden. Zwischen Anode und Schirmgitter ist ein passender Widerstand (Wert ausprobieren!) einzuschalten *(Bild 3)*.

Es empfiehlt sich jedoch nicht die beiden Röhren als Endröhren zu verwenden, da die Verlustleistungen zu gering sind. Selbstverständlich kann man bei entsprechendem Abgleich des Heizkreises (Shunt) die RV 2 P 800 immer an Stelle der RV 2,4 P 700 verwenden.

Verwendung der Röhren RV 12 P 2000 und RV 12 P 4000

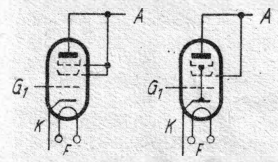


Bild 2. Triodenschaltung von Pentoden

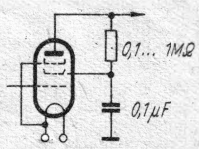


Bild 3. Schaltung der RV 2,4 P 700 als Treiberröhre

Diese Röhren unterscheiden sich genau wie die vorher behandelten mit Ausnahme der Heizdaten nur durch die Behandlung des 3. Gitters.

Tabelle 2. Verwendungsmöglichkeit der Röhren RV 12 P 2000 und RV 12 P 4000 als Rundfunkröhren

RV 12 P 2000	RV 12 P 2000 R_v 1	RV 12 P 2000 R_v 2	RV 12 P 2000 R_p 1	RV 12 P 2000 R_p 2	RV 12 P 4000 R_v 1 + 2	Bemerkungen
REN 1814[1]) RENS 1818[1]) 1820[1]) 1821[1])	100	40	200	126	37	
RENS 1823 d	50	40	670	420		2 Röhren par.
RENS 1884[1])	100	40	200	126	37	
BL 2	232	100	300	126		2 Röhren par.
CC 2[1])				100	0	
CF 1[1])				100	0	
CF 7[1])				100	0	
CL 1		250		250		
CL 2	76	57	480	250		2 Röhren par.
CL 4	90	67	520	250		
CL 6	150	112	700	250		
UL 12	464	348	2400	1000		2 R. p. Heizf. in Reihe
Bei Allstrombetrieb unter Änderung des Gesamtheizwiderstandes						
EF 6[1])		100		100	0	
EF 12[1])		100		100	0	
EL 2		250		250		2 Röhren par.
Bei Shuntung des ganzen Gerätes						
VC 1						
VF 7						
VL 1						2 R. p. Heizf. in Reihe
VL 4						

[1]) Kann auch durch Röhre RV 12 P 4000 ersetzt werden.

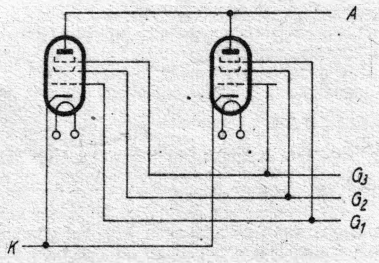


Bild 4. Parallelschaltung von kommerziellen Röhren

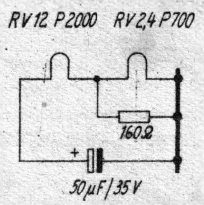


Bild 5. Heizfadenschaltung beim Ersatz der VCL 11 durch die Röhren RV 12 P 2000 und RV 2,4 P 700

Bei Ersatz einer E-Röhre muß Allstrombetrieb vorliegen und der Gesamtheizwiderstand um 31,5 Ohm verringert werden. Falls ein Eisenwasserstoffwiderstand E... oder EU... eingebaut ist, erübrigt sich diese Maßnahme. Beim Betrieb als Endröhre CL, UL, VL ist der Katodenwiderstand gegebenenfalls zu ändern. Nach den Erfahrungen des Verfassers kommen zirka 400 Ohm in Frage.

Verwendungsmöglichkeiten der RG 12 D 60

Die Röhre RG 12 D 60 läßt sich meist an Stelle der CY 1 verwenden. Man muß jedoch vorher die Gesamtanodenstromaufnahme des betreffenden Gerätes feststellen. Dem Heizfaden ist ein Widerstand von 37 Ohm vorzuschalten.

Für Allstrombetrieb kann die CY 2 ersetzt werden (Vorwiderstand 87 Ohm).

Beim Ersatz der VY 1 sind sämtliche Heizfäden zu shunten.

LV 1 als Endröhrenersatz für CL 4

Die Röhre LV 1 ist ein vollwertiger Ersatz für die Endpentode CL 4. Sie übertrifft auch die CL 1, CL 2 und CL 6. Die jeweils erforderlichen Heizkreis-Vorwiderstände gehen aus der Tabelle hervor.

Röhre	Vorwiderstand Ω
CL 1	0
CL 2	57
CL 4	67
CL 6	112

Tabelle 3. Heizkreisvorwiderstände bei Verwendung der LV 1 als Endröhre

Verwendet man die LV 1 als Ersatz für die Röhre UL 12 oder VL 4, so sind die Heizfäden aller Röhren zu shunten.

Die RV 12 P 2001 als Austauschröhre

Als Regelröhre ersetzt die RV 12 P 2001 die Röhren CF 2 und CF 3 mit einem Parallelwiderstand von 100 Ohm.
Beim Ersatz der Röhren RENS 1819 und 1894 haben die im Heizkreis anzuordnenden Widerstände folgende Werte:

Schaltung nach Bild 1 oben: R_v = 100 Ohm, R_p = 200 Ohm
Schaltung nach Bild 2 unten: R_v = 40 Ohm, R_p = 126 Ohm

In Allstromgeräten können die Röhren

EF 5	EF 9	EF 13
EF 8	EF 11	EF 22

ersetzt werden, wenn R_p = 100 Ohm zum Heizfaden parallel geschaltet und der Gesamtheizwiderstand um 31,5 Ohm verringert wird.
Bei Ersatz der Röhren

UF 9 (R_p = 500 Ohm)
UF 11 (R_{p1} = 600 Ohm, R_{v1} = 32 Ohm, bzw. R_{p2} = 500 Ohm, R_{v2} = 24 Ohm)
UF 21 (R_p = 500 Ohm)

sind die angegebenen Widerstände zu verwenden. Die Indices beziehen sich auf die Heizkreisschaltung.
Für die Verwendung als VF 3 müssen die Heizfäden aller anderen Röhren geshuntet werden.

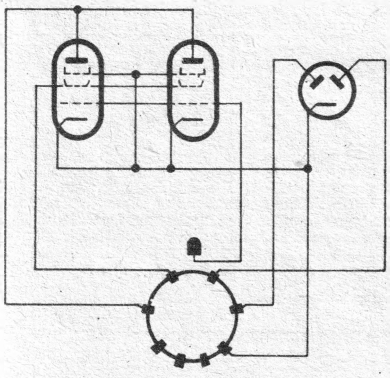


Bild 6. Sockelschema zum Ersatz der Röhren CBL 1, CBL 6 durch 2×RV 12 P 2000 und LG 1

Verwendung der RL 2, 4 T 1 als Endstufe

Diese Röhre ist ein guter Ersatz für die Typen

RE 114	RES 174d
RE 134	RES 164

Dem Heizfaden muß in allen Fällen ein Widerstand von 9 bis 10 Ohm vorgeschaltet werden. Sollen die Röhren KL 1 und KL 5 ersetzt werden, so ist kein Widerstand erforderlich.

Endröhrenersatz im Batteriegerät mit der Röhre RL 2,4 P 2

Außer den für die Röhre RL 2,4 T 1 genannten Röhren ersetzt die Röhre die Typen RES 164, KL 1, KL 5.
Für die im Heizkreis erforderlichen Änderungen gelten die für die RL 2,4 T 1 gemachten Angaben.

Endröhrenersatz durch die Röhre LS 50

Die Röhre LS 50 eignet sich als Ersatz für die Röhren *AL 5, EL 5, EL 6, EL 12.*
Die Heizung entnimmt man der erweiterten Heizwicklung des Netztransformators, die im allgemeinen so stark bemessen ist, daß sie die Mehrbelastung ohne unzulässige Erwärmung verträgt.
Es ist zweckmäßig, aber nicht unbedingt erforderlich, in die Schirmgitterleitung einen Widerstand von 400—500 Ohm einzuschalten.

Eine ausgezeichnete Endpentode: RL 12 P 10

Mit dieser Röhre lassen sich die Röhren AL 1, AL 4, EL 1, EL 3 und EL 11 sehr gut ersetzen.
Bei Allstromgeräten kann man die RL 12 P 10 als Endröhre verwenden, wenn sehr hohe Anforderungen gestellt werden und das Gehäuse ausreichend groß ist, um die Wärmemenge gut abzuführen. Eigene Erfahrungen veranlassen den Verfasser diese Lösung trotz des hohen Heizstromes von 440 mA zu empfehlen, besonders bei Betrieb an 110 Volt, wo es nicht leicht ist, eine leistungsfähige Endröhre zu finden.

Ersatz von Diodengleichrichtern durch die Röhre LG 1

Die Röhre LG 1 läßt sich für die Hf-Gleichrichterröhren BB 1, CB 1 und CB 2 verwenden, wobei die in der Tabelle angegebenen Vor- und Parallelheizwiderstände einzubauen sind.

Tabelle 4. Zusätzliche Heizkreiswiderstände bei Verwendung der LG 1

Zu ersetzende Röhre	Vor- und Nebenwiderstände (Bild 1)			
	R_{v1}	R_{p1}	R_{p1}	R_{p2}
BB 1	45	160	20	130
CB 1, CB 2		100		

Ersatz von Verbundröhren

Der Ersatz der VCL 11 wurde in Heft 2, 1946, behandelt. Es sei dazu noch bemerkt, daß man den „C-Teil" bei Gleichstrombetrieb auch durch eine RV 2,4 P 700 ersetzen kann, wenn man deren Fadenende an Masse legt und beide Röhren mit einem Elektrolytkondensator 50/35 V abblockt *(Bild 5)*.
Weitere häufig zu ersetzende Doppelröhren sind ECL 11 und UCL 11. Beide lassen sich sehr schön durch drei Röhren RV 12 P 2000 ersetzen, indem man die eine als Triode für den C-Teil, die beiden anderen parallel für den L-Teil schaltet.
Für die UCL 11 schaltet man die Heizfäden in Reihe. Die Heizkreiszusatzwiderstände haben dann folgende Werte:
R_{v1} = 300 Ohm R_{p1} = 2400 Ohm (Bild 1 oben)
R_{v2} = 222 Ohm R_{p2} = 1500 Ohm (Bild 2 unten)
Für hohe Ansprüche kann man bei der ECL 11 auch eine RV 12 P 2000 als Triode für den C-Teil und eine LS 50 oder RL 12 P 10 als Endröhre verwenden. Die RV 12 P 2000 kann auch durch eine RV 12 P 4000 ersetzt werden.
Die Röhren ABL 1, CBL 1, CBL 6, EBL 1, EBL 21, UBL 1 und UBL 21 lassen sich durch die in Tabelle 5 angegebenen Röhrenkombinationen ersetzen.

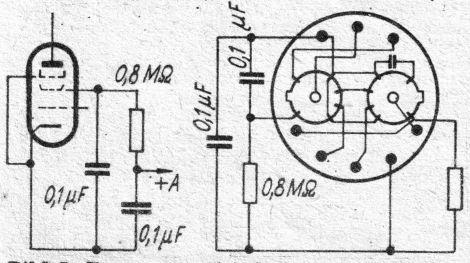


Bild 7. Ersatz von Trioden durch Pentoden, Einbau der Schirmgitterspannungserzeugung

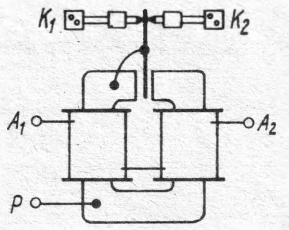


Bild 8. Prinzipschema eines Polwechslers

Tabelle 5. Ersatz von Verbundröhren durch kommerzielle Röhren

Zu ersetzende Röhre	Austauschkombination	
ABL 1, CBL 1, CBL 6, EBL 1, EBL 21, UBL 1, UBL 21	LG 1 + (Duodiode)	a) 2×RV 12 P 2000 b) RL 12 P 10 c) LS 50 d) LV 1
Bemerkungen: Zu a—d: Für ABL 1, EBL 1 und EBL 21 Heizung durch erweiterte Heiztransformatorwicklung Zu a und d: Ersatz für CBL 1 und CBL 6 Zu a: Ersatz für UBL 1 und UBL 21		

Bild 6 zeigt die Prinzipschaltung für CBL 1 und CBL 6. Die Duodiode kommt natürlich möglichst nahe an den Sockel.
Weiterhin können die Röhren CBC 1, EBC 3 und EBC 11 mit Hilfe der LG 1 als Duodiode und RV 12 P 2000 als Triode ersetzt werden. Die Heizfäden sind dabei parallel zu schalten. Der erforderliche Parallelwiderstand beträgt 250 Ohm. Beim Ersatz der E-Röhren ist der Gesamtheizwiderstand um 31,5 Ohm zu verringern.

Ersatz der Röhren EBF 2, EBF 11 und UBF 11

Die Röhren EBF 2, EBF 11 und UBF 11 ersetzt man durch die Austauschtypen LG 1 als Duodiode und RV 12 P 2001 als Regelpentode.
Beim Ersatz der EBF 2 und EBF 11 werden die Heizfäden der Austauschröhren und ein Widerstand von 250 Ohm parallel geschaltet. Der Gesamtheizwiderstand ist um 31,5 Ohm zu verringern. Bei Ersatz der UBF 11 schaltet man die Heizfäden hintereinander und dazu parallel einen Widerstand von 1000 Ohm. Der Gesamtheizwiderstand ist um 52 Ohm zu verringern.
Schließlich kann man noch die ECF 1 durch 2 RV 12 P 2000 ersetzen. Die eine wird als Triode, die andere als Pentode geschaltet. Die Heizfäden liegen mit einem Widerstand von 250 Ohm parallel und der Gesamtheizwiderstand wird um 31,5 Ohm verringert.

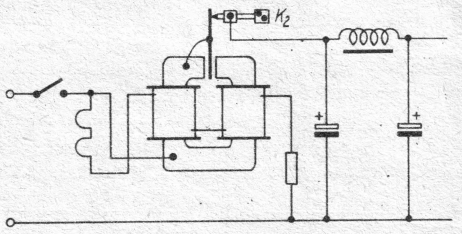


Bild 9. Schaltung eines Netzteiles mit Polwechsler

Der Ersatz von Mischröhren ist theoretisch möglich, praktisch jedoch in den allermeisten Fällen an den Besitz von Meßsender und Röhrenvoltmeter gebunden. Der Grund liegt darin, daß vor allem der Oszillatorspulensatz auf die dynamische Steilheit der Röhre abgestimmt sein muß.
Wenn man bei Geradeausempfängern eine Triode durch eine RV 2,4 P 700 oder RV 12 P 2000 ersetzt, sollte man sich überlegen, ob es nicht möglich ist, die Spezialröhre als Pentode zu verwenden. Man erreicht zumeist eine wesentliche Steigerung der Empfangsleistung. Erprobt wurde dieses Verfahren vor allem am DKE. Unter Zugrundelegung der Ausführungen in Heft 2 zeigt *Bild 7* den erforderlichen Zusatz einmal in der Schaltung und zum anderen im Sockelbild von oben gesehen.
Endlich ist noch auf die Möglichkeit hinzuweisen, ein Allstromgerät ohne wesentliche Änderung am Gleichstrom ohne Gleichrichter zu betreiben. Hierzu benötigt man die heute erhältlichen Polwechsler oder sonst ein polarisiertes Relais. *Bild 8* zeigt den genannten Polwechsler. Für den vorliegenden Zweck wird eine der Schrauben K 1 oder K 2 entfernt. Die Einschaltung des Relais ergibt sich aus *Bild 9*. Die richtige Polung ist vor dem Einbau zu ermitteln.
Bei richtiger Polung ist der Eingang der Siebkette mit dem positiven Netzpol verbunden. Bei falscher Polung schlägt der Anker um und trennt die Siebkette vom Netz.
Die Empfindlichkeit wird mittels der verbliebenen Schraube K 2 oder K 1 einreguliert. Da die Arbeitswicklung mit

U = 12 V und I = 50 mA

arbeitet, kann sie bei allen Allstromgeräten mit in den Heizkreis geschaltet werden.

Dipl.-Ing. Benno Koerber

Isolierter Schraubenzieher

Manchmal ergibt sich die Notwendigkeit, in der Nähe spannungführender Teile oder im Innern eines Empfängers zu hantieren. Hierzu empfiehlt sich eine Umwicklung des Schraubenziehers nebst der Zwinge mit Isolierband bis etwa 10 mm vom Ende, so daß nur die Schneide aus der Umhüllung hervorsieht. — Wenn man ein passendes Stückchen Gummischlauch auftreiben kann, läßt sich dieses ebenfalls gut zur Isolierung verwenden, indem man es einfach über den Schraubenzieher zieht. — Beide Male erhält man einen einfachen und guten Berührungsschutz, der manchen Schaden verhütet und Arbeiten an spannungführenden Teilen gefahrlos auszuführen gestattet.

Eckart Klein

Vielseitiges Röhrenvoltmeter

Das neue Ultrakust-Röhrenvoltmeter RV 3402 sollte bei Verwendung eines hochempfindlichen Meßinstrumentes möglichst universell verwendbar sein, um dessen Eigenschaften gut ausnutzen zu können. Das Instrument wird daher mit Drehspulmeßwerk für einen Höchstausschlag von 0,1 mA bei einem inneren Widerstand von 1,5 kΩ und einem Durchmesser von 65 mm gewählt. Das Gerät enthält dabei 33 Meßbereiche. Für Wechselspannungsmessungen ist eine Duo-Diode mit Kompensation des Anlaufstromes eingebaut. Die Messung erfolgt als Spitzenspannungsmessung unter Eichung in Effektivwerten für 5 Meßbereiche von 5, 10, 50, 100 und 500 Volt. Letzterer ist über einen Spannungsteiler durch eine besondere Anschlußklemme zugänglich. Der Frequenzbereich beträgt 50 Hz bis 30 MHz. Zur Wechselstrommessung ist ein Trockengleichrichter eingebaut, der Strom-Messungen in 9 Bereichen 0,5; 1; 5; 10; 50; 100; 500; 1000 und 5000 mA in einem Frequenzbereich von 30 Hz bis 10 kHz erlaubt. Die Gleichspannungs- und Gleichstrommessung enthält ebenfalls 9 Meßbereiche für 0,5; 1; 5; 10; 50; 100; 500; 1000 und 5000 Volt bzw. mA. Die Bereiche werden durch zwei Schalter eingestellt. Ein Schalter mit 5 Stellungen wählt die Meßart: Wechselspannung oder -strom bzw. Gleichspannung oder -strom. Eine 5. Stellung schaltet das Meßinstrument ohne Nebenwiderstand für eine Höchstempfindlichkeit von 0,1 mA an die Klemmen. Dabei sind noch 1 µA ablesbar. Der Bereichschalter wählt schließlich zwischen 9 Bereichen. Ein Prinzipschaltbild, aus dem alle Anschlußmöglichkeiten hervorgehen, zeigt *Bild 2*. Während alle Skalen linear sind, ist für den Wechselstrombereich zur Bestimmung des abgelesenen Wertes die Eichkurve nach *Bild 3* erforderlich. Nachstehende Tabellen geben einen Überblick über die Meßmöglichkeiten und die Werte für die Hochfrequenz-Spannungsmessung.

Bild 1. Außenansicht des Röhrenvoltmeters RV 3402

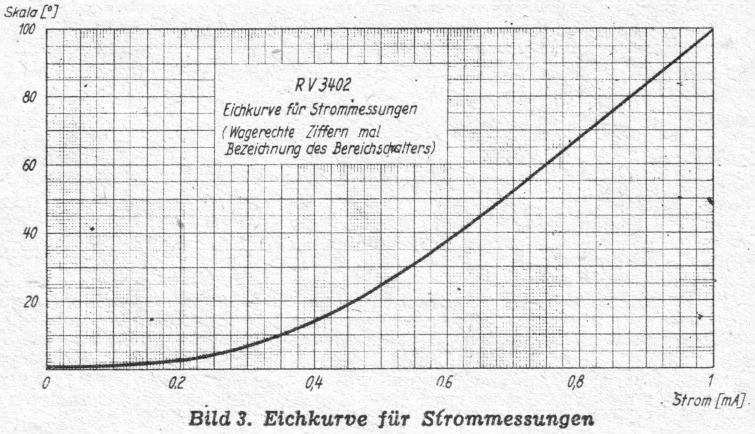


Bild 3. Eichkurve für Strommessungen

Meßbereiche V_{eff}	Widerstand etwa kΩ	Eingangskapazität pF
5	5	10
10	10	10
50	50	10
100	100	10
500	500	2

Der Aufbau des Gerätes ist sowohl zum Einsatz in Gestelle, als auch zur Verwendung im Holzkasten geeignet. Auf der Frontplatte befinden sich das Meßinstrument, die beiden Schalter, sowie getrennte Klemmen für Strom-, Spannungs-Hochfrequenzspannungs- und Hochspannungsmessungen. Schalter, Sicherung und Glimmlampe sind ebenfalls vorhanden.

Für den Wechselspannungsbetrieb mit Diode ist Netzanschluß über einen Heiztransformator für Netzspannungen von 110, 130 und 220 Volt vorgesehen.

Dipl.-Ing. Herbert Simon

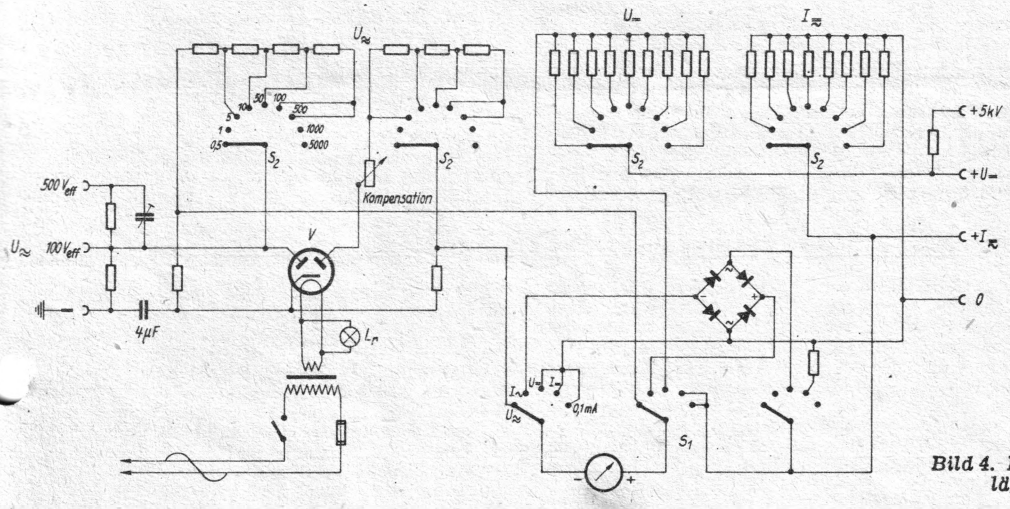


Bild 2. Prinzipschaltbild des Röhrenvoltmeters RV 3402

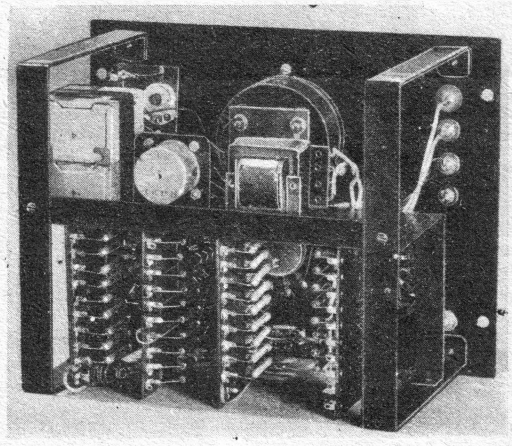


Bild 4. Die Innenansicht des Röhrenvoltmeters RV 3402 läßt die übersichtliche Verdrahtung erkennen

Meßbereich	Meßart: Wechselspannung V_{eff}	Wechselstrom mA_{eff}	Gleichspannung V	Gleichstrom mA
Sonder (1)	—	—	—	0,1
1	—	0,5	0,5	0,5
2	—	1	1	1
3	5	5	5	5
4	10	10	10	10
5	50	50	50	50
6	100	100	100	100
7	500	500	500	500
8	—	1000	1000	1000
9	—	5000	5000	5000
Frequenzbereich	50 Hz—30 MHz	30 Hz—10 kHz	0	0

FUNKTECHNISCHE FACHBÜCHER

Wir bitten unsere Leser, die hier besprochenen Werke nur bei dem jeweils in der Besprechung angegebenen Verlag zu bestellen und Geldbeträge ohne Aufforderung weder dem betreffenden Verlag noch uns einzusenden.

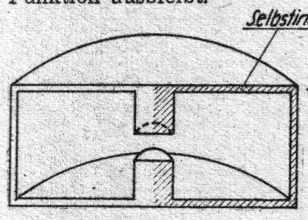
FUNKSCHAU-Stationstabelle. Herausgegeben vom FUNKSCHAU-Verlag. Mittel-, Langwellen- und Kurzwellensender, Weltzeit-Tabelle, Internationale Länderkennzeichen, Tabelle der Q- und Z-Abkürzungen, Tabelle der Kurzwellenbänder, Tabelle der Frequenzgruppen und Sendearten usw. 12 Tabellen, 8 Seiten, Format Din A 4. FUNKSCHAU-Verlag. 1946. Preis RM. 2.—.

Der Funkpraktiker in der Reparaturwerkstatt hat ebenso wie der Labor-Ingenieur stets mit Fernempfang auf allen Wellenbereichen zu tun, insbesondere unter heutigen Arbeitsbedingungen, wenn Prüfsender und Frequenzmesser fehlen. Zur Erprobung von Geräten nach dem Abgleichen oder nach der Entwicklung ist der Funkpraktiker unbedingt auf zuverlässige Stationstabellen angewiesen. Ebensowenig kann der am Auslandsempfang Interessierte auf eine Stationstabelle verzichten, vor allem wenn es sich um Kurzwellenempfang handelt.

Um den vielfachen Wünschen nach einer neuzeitlichen Tabellenzusammenstellung entgegenzukommen, hat der FUNKSCHAU-Verlag in enger Zusammenarbeit mit deutschen Rundfunksendern und mit dem Auslandsrundfunk eine dem letzten Stand entsprechende Tabellenfolge herausgegeben, die alle Mittel- und Langwellensender Europas sowie die Kurzwellensender der Welt berücksichtigt und aus der täglichen Empfangspraxis entstanden ist. So sind die Mittel- und Langwellensender nach Kanälen geordnet, so daß man auf die wahrscheinliche Empfangsmöglichkeit eines Senders unter Berücksichtigung der jeweiligen, angegebenen Sendeleistung schließen kann. Die umfangreiche KW-Rundfunk-Tabelle wird durch die praktische Weltzeit-Tabelle sinnvoll ergänzt. Für den KW-Empfang in allen Bereichen sind ferner die internationalen Länderkennzeichen, die Q- und Z-Abkürzungen, die in USA. und England zugelassenen Amateur-KW-Bänder, die Verteilung der KW-Bereiche und die Einteilung der Frequenzgruppen und Sendearten von besonderem Interesse. Mit der neuen FUNKSCHAU-Tabelle wird eine für die tägliche Empfangs- und Laborpraxis wertvolle Veröffentlichung geboten, die in jede Funkwerkstatt gehört und ebenso beim Rundfunkhörer größtes Interesse findet. R. T. B.

Ein neues Röhrenprinzip

Die Entwicklung der Randgebiete der Radiotechnik verschiebt sich weitgehend auf das Gebiet der ultrakurzen Wellen. Fernsehen, Frequenzmodulations-Systeme, automatischer Funksprechverkehr und Ortungsverfahren arbeiten vorzugsweise bzw. ausschließlich in diesem Frequenzgebiet. In diesem haben aber überkommene Begriffe unserer Schaltelemente (Röhren, Schwingkreise, Widerstände usw.) nicht mehr die gleiche Geltung wie im Bereich der Rundfunk- und üblichen Kurzwellen. Die Erscheinungen, die zu dieser Begriffsverschiebung führen, haben ihren Grund darin, daß die mechanischen Abmessungen der Einzelteile in die Größenordnung der benutzten Wellenlänge fallen und daß daher ohne besondere Maßnahmen durch das Auftreten von stehenden Wellen die erwartete Funktion ausbleibt.



Links: Bild 1. Topfkreis

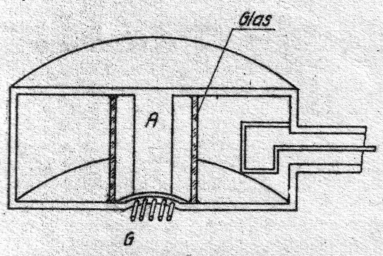


Bild 2. Prinzip der Scheibenröhre

Die Gegenmaßnahmen müssen vor allem darauf abzielen, die Zuleitungslängen, die die schädlichen Selbstinduktionen darstellen, herabzusetzen, bzw. sie durch Flächen zu ersetzen. Auf dem Gebiet der Schwingkreise führt das z. B. zur Anwendung von sog. Topfkreisen, von denen *Bild 1* eine Möglichkeit darstellt. Dabei bilden die Flächen der beiden Stempel die Kapazität, während die Selbstinduktion durch die Hohlraumwand gebildet wird und zu denken ist als Parallelschaltung aller Selbstinduktionswege (schraffiert), was den erforderlichen niedrigen Wert ergibt.

Die Ausnutzung dieses Prinzips in der Röhrentechnik hat zur Entwicklung der Scheibenröhren geführt, Anode und Katode sind hierbei nicht mehr durch dünne Zuleitungen mit den anderen Schaltelementen verbunden, sondern ragen als massive Stempel mit vernachlässigbarer Selbstinduktion zu beiden Seiten der „Scheibe" herein. Das Gitter ist als Rost aus Einzelstäben dazwischen im Ausschnitt einer Scheibe gehaltert *(Bild 2)*, die durch die Röhrenwand nach außen ragt und so ebenfalls eine nahezu selbstinduktionsfreie Zuleitung darstellt. Eine derartige Konstruktion wurde erst möglich durch Anwendung einer neuen Technik, die es erlaubt, vakuumsichere Schmelzverbindungen zwischen Metall und Glas herzustellen (in Deutschland wurde Keramik anstelle von Glas verwandt). Die Ankopplung der Kreise an äußere Elemente wird, wie angedeutet, durch Kopplungsschleifen mit anschließenden konzentrischen Leitungen oder durch Rohrleitungen vorgenommen. Während des Krieges entwickelte die amerikanische Firma International General Electric auf diesem Prinzip die wegen ihrer charakteristischen Form sogenannten Leuchtturmröhren (lighthouse tube), die jetzt für den öffentlichen Verkauf freigegeben sind.

Auf dem Sockel der Leuchtturmröhre bauen sich in verjüngenden Stockwerken auf *(Bild 3)*: der Zuleitungsraum, durch einen Metallmantel abgeschirmt (dessen Abschlußdecke gleichzeitig einen Teil des Katodenankopplungskondensators bildet), der Katoden-Gitter-Raum, der Gitter-Anoden-Raum und der nach außen ragende Anodenstempel (daher auch die Bezeichnung „external anode tube"). Damit ist aber erst ein Element der beiden zum Betrieb nötigen Kreise vorhanden — die Kondensatoren —, da die äußere Begrenzung der Röhre ja durch Glaswandungen gebildet wird. Zur Ergänzung (Bildung des Selbstinduktionselements) werden über diese zwei aufeinandersitzende zylindrische Metallhohlräume gesetzt *(Bild 4)*, in deren unteren die Gitter- und in deren oberen die Anodenkopplungsschleife hineinragt. So werden gleichzeitig Rückwirkungen durch äußere Bauteile und die auf UKW kritische Energiestrahlung mit Sicherheit unterdrückt und absolut eindeutige Verhältnisse geschaffen. Gleichspannungsmäßig liegen die Hohlräume auf Gitterpotential — die Anode ist in die obere Abschirmplatte isoliert eingesetzt und die Katode kapazitiv gekoppelt (Katodengleichspannung wird über einen Sockelstift zugeführt — *Bild 3 links*).

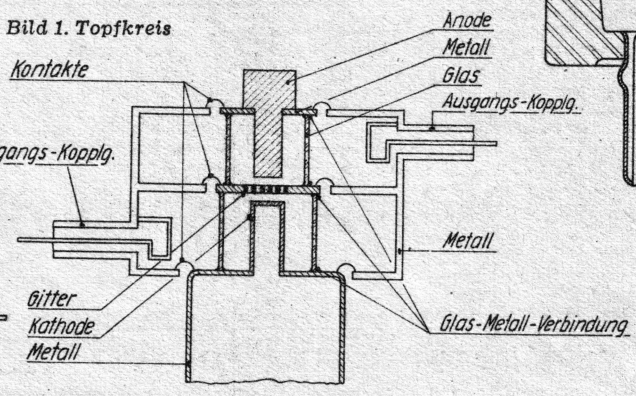


Bild 4. Röhre mit Metall-Hohlräumen, die die Gitter- und Anodenkopplungsschleifen enthalten

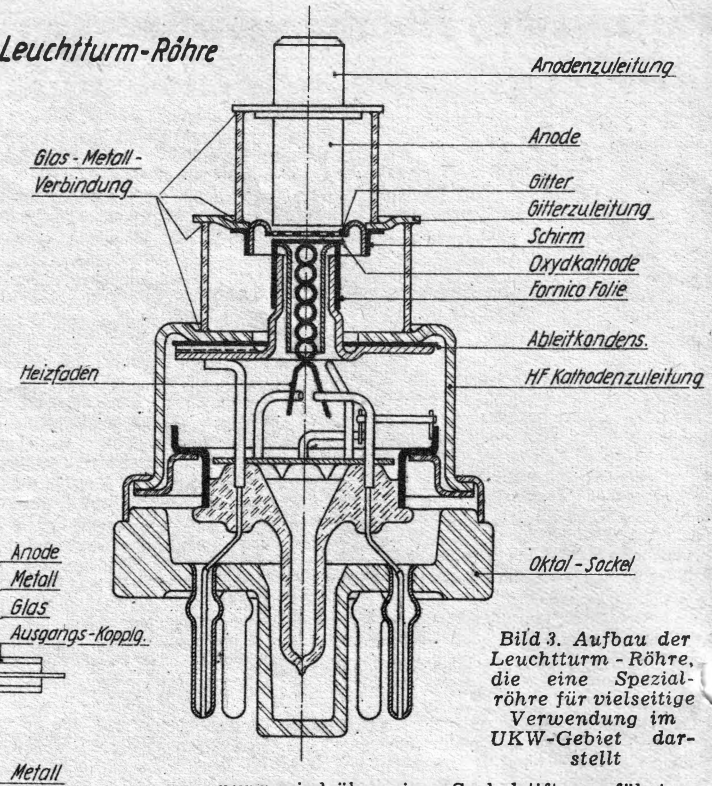


Bild 3. Aufbau der Leuchtturm-Röhre, die eine Spezialröhre für vielseitige Verwendung im UKW-Gebiet darstellt

Diese Trioden finden im UKW-Gebiet als Hf-Verstärker, Misch- und Oszillator-Röhren Verwendung, z. B. Typ 2 C 40. Die 2 C 43 mit etwas größeren Anoden- und Katodenflächen liefert bei 300 Volt und 40 mA 3 bis 10 Watt Output. Die GL 559 ist eine Diode. Die Firma Eitel-Mc Cullough, Inc., San Bruno, Californien, baut eine solche Röhre 3 × 10 CA 11/2 C 39 (größte Höhe 7 cm, Durchmesser 3,2 cm) mit 100 Watt Anodenverlustleistung, die geeignet ist, bei Frequenzen bis über 500 MHz (60 cm) 25 Watt abzugeben.

Für Empfangszwecke dürfte die Leuchtturmröhre bald überall in die Fernseh- und FM-Technik eingehen.

Ing. A. Müller

Höhere Leistung beim DKE Pentodenaudion RV 12 P 2000

Die Verbundröhre VCL 11 besteht aus einem Trioden- und einem Pentodensystem. Das Triodensystem wird als Audion verwendet und steuert die Endstufe, die durch das mit 12 mA Ruhestrom arbeitende Pentodensystem dargestellt wird. Wenn nun diese beiden Stufen infolge einer defekten VCL 11 durch je 1 RV 12 P 2000 ersetzt werden sollen, so ist das Wesentlichste, daß die Ersatzröhren auch richtig ausgenützt werden, wobei vor allem ihr großer Innenwiderstand und ihre Steilheit beachtet werden müssen. Auf den ersten Blick scheint nun die einfachste Lösung die zu sein, die RV 12 P 2000, die in die Audionstufe eingesetzt wird, als Triode zu schalten (Gitter 2 und 3 an Anode) und genau wie das Triodenteil der VCL 11 arbeiten zu lassen. Für das Pentodensystem der VCL 11 wird sinngemäß die zweite RV 12 P 2000 als Pentode eingesetzt. Da eine Pentode größere Steilheit und größeren Innenwiderstand hat als eine Triode, so ist auch die Verstärkung eines Schirmgitter-Audions größer als die eines Trioden-Audions. Die RV 12 P 2000 wird also, wenn sie in der Audionstufe als Triode arbeitet, nicht richtig ausgenützt. Die Praxis bestätigt dies: Als Schirmgitter-Audion ist die Verstärkung der RV 12 P 2000 bedeutend höher, dementsprechend steuert sie die Endröhre besser aus und größere Lautstärke ist die Folge.

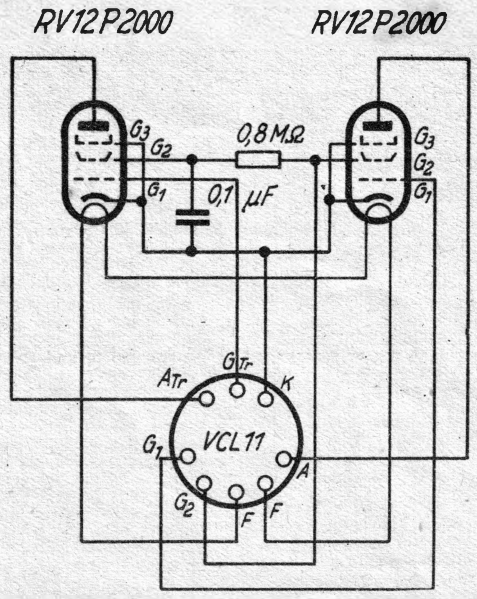


Bild 1. Umsockelungsschema für 2 × RV 12 P 2000 an Stelle der Röhre VCL 11

Praktische Ausführung

Wie *Bild 1* zeigt, werden Gitter 2 und 3 nicht mit der Anode verbunden, sondern wir legen Gitter 3 an die Katode und Gitter 2 bekommt über 0,8 MΩ seine positive Vorspannung vom Gitter 2 der Endpentode. Außerdem wird ein Beruhigungskondensator von 0,05—0,1 µF zwischen Gitter 2 und Katode geschaltet.

Ottwin Schultze-Berghoff

Brummverringerung bei DKE

Beim DKE und auch anderen Empfängern ist die Anodenspannung der Audionröhre nicht gesiebt. Bei Verwendung kleinerer Siebkondensatoren im Netzteil kann man nun eine bedeutende Brummverringerung erreichen, wenn man diese Spannung siebt, teilweise auch doppelt siebt. Der Brumm wird schwächer und die vorher noch etwas verzerrte Wiedergabe bedeutend klarer.

Hans Jürgen Struve

Spulensätze für den Einbereichssuper 1600 kHz

Viele Leserwünsche befassen sich mit dem Einbereich-Super. Insbesondere werden die Spulendaten dringend benötigt. Wir haben den Konstrukteur dieser so beliebten und erfolgreichen Schaltung gebeten, die erforderlichen Daten mitzuteilen und einige praktische Hinweise zur Technik des 1600 kHz-Supers zu geben.

Die Beschaffungsschwierigkeiten, auf die man heute beim Bau größerer Empfänger stößt, haben das Interesse für den Einbereichsuper stark belebt. Die alten FUNKSCHAU-Leser wissen, daß ein solches Gerät 1934 unter dem Namen „Volkssuper", kurz „VS" genannt, veröffentlicht wurde. Seine billigste und damit populärste Form hat dieser Kleinsuper durch Verwendung aller wesentlichen Teile des VE 301 W in Audion, Endstufe und Netzteil erreicht.

Man könnte natürlich heute an dieser Schaltung manches anders und zeitgemäßer machen — man müßte sie vor allem dem „Zeitalter der RV 12 P 2000" anpassen — doch da ihr Kern gesund und wieder zeitgemäß ist, sollen die Spulendaten in den folgenden Ausführungen bekanntgegeben werden.

Früher wurden für den VS grundsätzlich Fertigfabrikate als Spulensätze empfohlen, weil der Selbstbau zu viele Fehlermöglichkeiten mit sich bringt: Schlechte Kondensatoren, schlecht gelötete oder mangelhaft abisolierte Hf-Litze, ungeeignetes Hf-Eisen. Heute bleibt nichts anderes übrig, als Selbstbau unter bestmöglicher Vermeidung der genannten Fehlerquellen, notfalls mit einigem Ausprobieren verschiedener Materialien, was vielleicht gerade den gewiegten Funkpraktiker reizen wird.

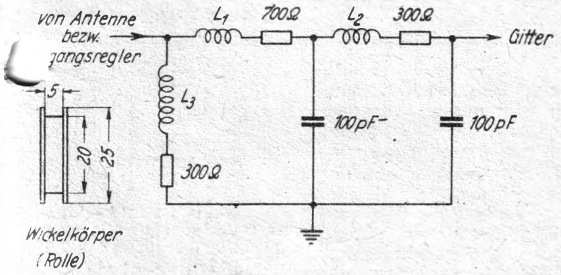


Bild 1. Eingangsfilter 150—1500 kHz. Die Widerstände 300 und 700 Ω können eingespart werden, wenn man die Spulen ganz oder teilweise aus Widerstandsdraht wickelt

Das Eingangsfilter

Das Filter sitzt zwischen Antenne und dem Empfangsgitter der Mischröhre und hat die Aufgabe, den Empfangsbereich von 150 bis 1500 kHz durchzulassen, dagegen im Spiegel-Frequenzbereich von 3350 bis 4700 kHz zu sperren, da sonst Kurzwellensender und Pfeifstellen mitten im Mittelwellenbereich erscheinen würden. Das Filter darf nicht einzelne Teile des Empfangsbereiches resonanzartig stark begünstigen, weshalb die Spulen künstlich stark bedämpft wurden. Sie lassen sich ohne weiteres wild auf Hartholz- oder Pertinaxrollen wickeln. Die besonderen Dämpfungswiderstände können dadurch eingespart werden, daß man die Spulen ganz oder teilweise mit Widerstandsdraht wickelt. Dies ist folgendermaßen gemeint: Man wickelt zunächst mit Widerstandsdraht, prüft aber von Zeit zu Zeit mit dem Ohmmeter den Widerstand des aufgewickelten Spulenteiles; sind die vorgeschriebenen 300 bzw. 700 Ohm erreicht, so schneidet man den Widerstandsdraht ab, lötet einen Kupferdraht an und wickelt mit diesem bis zum Erreichen der vorgeschriebenen Gesamtwindungszahl weiter; oder man mißt oder rechnet sich vor dem Wickeln die nötige Länge Widerstandsdraht aus. Eine feste Bauvorschrift wird hierfür nicht angegeben, weil erfahrungsgemäß Widerstandsdrähte äußerst schwer beschaffbar sind und daher jeder mit dem Material und der Stärke selber zurechtkommen suchen muß, die er gerade auftreibt. Wichtig ist, daß die Spulen senkrecht zueinander in drei Raumachsen montiert werden. Die Kondensatoren können an dieser Stelle, da das Filter künstlich bedämpft ist, Papierkondensatoren sein.

Wickeldaten des Zf-Filters
L_1 = 49 Wdg., 20×0,05
L_2 = 46 Wdg., 20×0,05
L_3 = 10 Wdg., 20×0,05

Der Oszillator

Dies ist eine dämpfungsarme Litzenspule mit fester Rückkopplung, die mit einem normalen Drehkondensator von ca. 500 pF Endkapazität (Trimmer unnötig) zwischen 1750 und 3100 kHz schwingen muß (mit etwas Reserve an beiden Enden des Abstimmbereiches). Die Anfangskapazität des Drehkondensators muß durch einen Kondensator von 100 bis 150 pF künstlich erhöht werden. Wir wickeln die Spule auf einen Zylinder von 25 mm Durchmesser, den wir uns auch aus Zeitungspapier zusammenrollen können. Abschirmung ist, wie bei den anderen Spulen, nicht notwendig, doch müssen wir alle drei Spulensätze so einbauen, daß sie möglichst wenig aufeinander koppeln *(Bild 3)*.

Wickeldaten des Oszillators
L_1 = 20 Wdg., 20×0,05
L_2 = 14 Wdg., 20×0,05

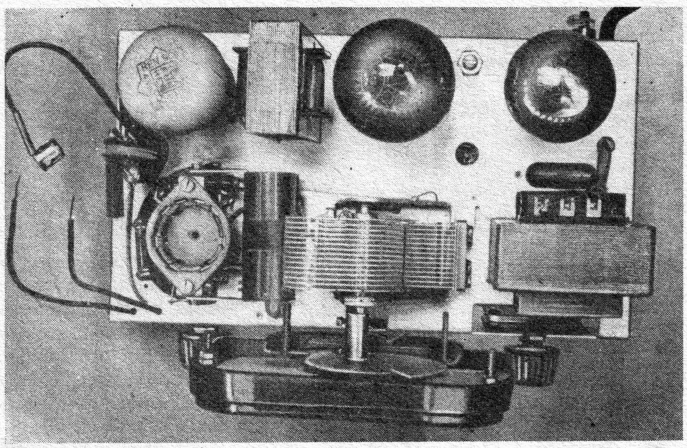


Bild 2. Beim VE-Super, einem aus dem VE umgebauten Einbereichsuper, befindet sich links unter der Audionröhre das Eingangsfilter, am Platz der Käfigspule die Mischröhrenfassung, zwischen dieser und dem Abstimmkondensator die Oszillatorspule. Das Zf-Filter hat unterhalb des Chassis Platz gefunden.

Das Zf-Bandfilter

Hier handelt es sich um ein verlustarm auszuführendes, kritisch gekoppeltes, künstlich entdämpftes 1600 kHz-Bandfilter. „Kritisch" ist die Kopplung dann, wenn die Bandfilterkurve gerade noch einhöckerig ist und bei weiterem Annähern der Spulen zweihöckerig wird. Der „kritische" Abstand der beiden Spulen hängt von deren Streufeld ab, das je nach Wicklung verschieden ausfällt, weshalb der Abstand von 50 mm von Achse zu Achse mit einem „ca." angegeben wurde. Es empfiehlt sich, die erste Spule erst nach einigen Versuchen endgültig zu befestigen.

Hf-Eisenspulen wurden nicht vorgesehen, obwohl sie an sich besser wären, weil für 1600 kHz nicht jedes Eisen geeignet ist. Da vielfach keine Möglichkeit besteht, Hf-Eisen meßtechnisch zu prüfen, ist die Verwendung von Luftspulen sicherer, wenn auch nicht ganz so gut. Es ist unnötig, genau auf 1600 kHz abzustimmen, wenn nur beide Filterkreise unter sich frequenzgleich sind. Es genügt daher, nur die Sekundärseite mittels eines Trimmers nachstimmbar auszuführen. Ein primärseitiger Trimmer wäre nur notwendig, wenn die Zwischenfrequenz ausgerechnet mit der Oberwelle eines starken Senders zusammenfallen würde, der natürlich zur Vermeidung von Pfeifstörungen ausgewichen werden muß; in diesem Falle bekommt der Primärkreis drei Windungen weniger und einen Trimmer, wie der Sekundärkreis.

Wickeldaten des Eingangsfilters
L_1 = 90 Wdg., 0,1 ... 0,2 LSS
L_2 = 90 Wdg., 0,1 ... 0,2 LSS
L_3 = 220 Wdg., 0,1 ... 0,2 LSS

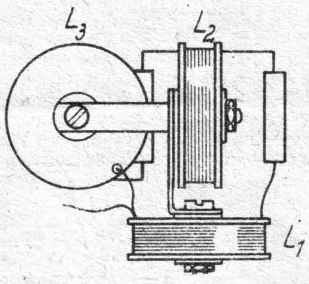


Bild 3. Die einzelnen Spulen des Filters müssen jeweils senkrecht zueinander angeordnet werden

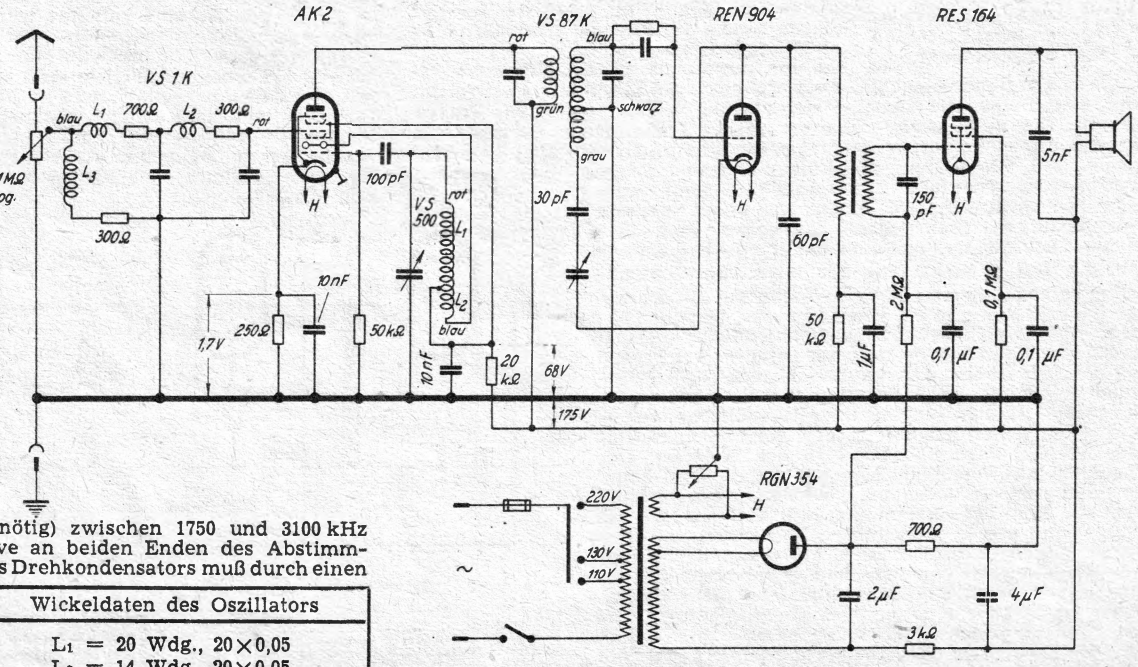


Bild 4. Schaltbild eines zum Einbereichsuper umgebauten VE.

Der Abgleich erfolgt so, daß man die Rückkopplung des Audions gerade eben zum Einsetzen bringt, und nun (ohne Empfang eines Senders) den Trimmer langsam durchdreht, bis die Rückkopplungsschwingungen wieder aussetzen. Dieses Spiel wird einige Male wiederholt.

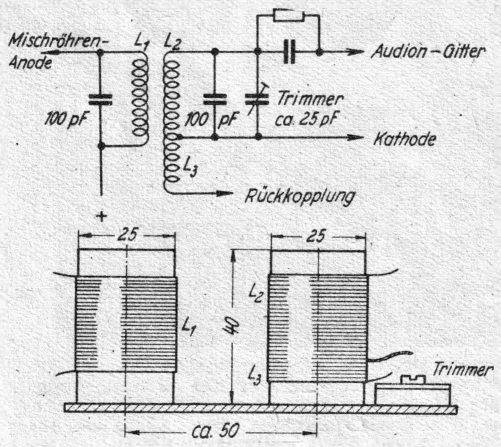


Bild 5. Zf-Filter 1600 kHz. Das Filter darf nicht oder nicht zu eng abgeschirmt werden. Ferner müssen verlustarme Kondensatoren benutzt werden

Allgemeine Hinweise

Es sei daran erinnert, daß der Einbereichsuper einen guten Sperrkreis braucht, der bei kurzgeschlossenem Oszillator so einzustellen ist, daß keinerlei Empfang oder Geräusche mehr durchschlagen. — Auch der Eingangsregler ist wichtig; mit ungeeigneten Potentiometern wird man oft einen guten Teil der Empfindlichkeit herschenken, was daran zu erkennen ist, daß der Fernempfang bei direktem Anschluß der Antenne an das Eingangsfilter lauter wird.

Und vor allem: Keine falschen Erwartungen! Das Wort „Super" läßt meist mehr erwarten, als von jeder Geradeaus-Schaltung. Das muß beim Einbereichsuper etwas eingeschränkt werden, da dieses Gerät infolge seiner großen Einfachheit an Empfindlichkeit und Trennschärfe eines guten Normalsupers nicht heranreichen kann. Auch hinter dem Zweikreiser wird der Einbereich-Kleinsuper meist etwas zurückbleiben, wenn der Zweikreiser guten Gleichlauf und gute Kreise besitzt. Da aber gerade diese Forderungen oft nicht erfüllt sind, weil genaue Zweifach-Drehkondensatoren oft eine Seltenheit sind, fährt der Funkfreund mit dem Einbereichsuper, der von Grund auf die Gleichlaufschwierigkeiten und die Wellenbereich-Umschaltung vermeidet, natürlich besser, als mit einem mittelmäßigen oder schlechten Zweikreiser, auf jeden Fall aber besser als mit dem besten Einkreiser. Der Einbereichsuper liegt also in der Fernempfangsleistung zwischen gutem Einkreiser und gutem Zweikreiser und hat den großen Vorteil größter Einfachheit in Aufwand, Abgleich und hinsichtlich Bedienung.

Hans Jürgen Wilhelmy

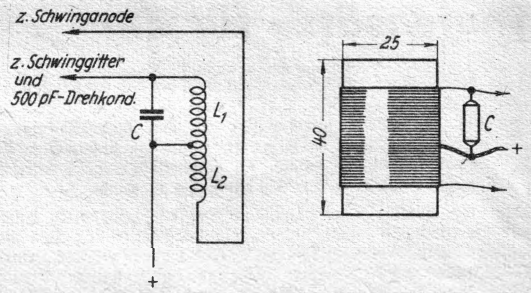


Bild 6. Oszillator 150—1500 kHz. Der Abstimmkondensator hat eine Kapazität von 500 pF, der Parallelkondensator C besitzt 100—150 pF und muß verlustarm sein

Sind Röhren mit schlechtem Vakuum noch verwendbar?

Das luftleergepumpte Röhreninnere, das sogenannte Vakuum, darf nur geringste Bestandteile Luft bzw. Gas enthalten. Die Röhrenhersteller streben ein möglichst vollkommenes Vakuum an, da davon schließlich das datengetreue Arbeiten einer Röhre abhängt. In jeder Röhre verbleiben noch Reste von Gas- bzw. Luftmolekülen oder lösen sich später aus den Elektroden, die, solange der Gasdruck ca. 10^{-5} Atm. nicht überschreitet, auf die Elektronenmission keinen merklichen Einfluß haben. Die Größe des Gasdruckes ist bei Röhren mit mindestens einem Gitter elektrisch meßbar und ist mit den hierzu notwendigen mathematischen Bedingungen nur dem Theoretiker von Bedeutung. Der Praktiker hingegen interessiert sich dafür, sobald die Vakuumsverhältnisse anfangen unnormal zu werden, die Güte des Vakuums sinkt und im Betrieb starke Verzerrungen als Folgeerscheinungen auftreten. Die Weiterverwendung solcher Röhren fiel dann aus, da anscheinend noch keine Regeneriermöglichkeit dafür gefunden werden konnte. Fachleute erwogen, die Gasreste im Innern der Röhre chemisch zu binden, indem man die Getterpille in einem starken Hochfrequenzfeld zum Glühen bringt. Von einem praktischen Gelingen ist bisher noch nichts bekannt. Eine andere Möglichkeit, solche Röhren weiterverwenden zu können, läßt sich durch hier vorgeschlagene Umgehungsmaßnahmen des Röhrenfehlers erreichen, vorausgesetzt, daß es sich um Röhren handelt, bei denen der Prozeß der Vakuumsverschlechterung nicht zu weit vorgeschritten ist. Zudem sei gesagt, daß es sich um eine — im Interesse der mit Röhren knapp versehenen Werkstätten — zeitbedingte Lösung handelt.

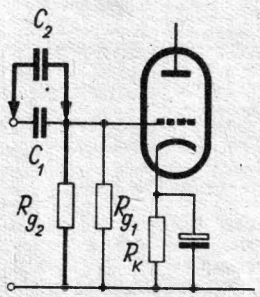


Bild 1. Beseitigung der Verzerrungen durch kleineren Gitterableitwiderstand

Ehe wir nun auf die besagten Umgehungsmaßnahmen näher eingehen, wollen wir uns die Erscheinung als solche und ihre Folge, die Ursache der starken Verzerrungen vor Augen führen. Die in anormal größerer Anzahl vorhandenen Gasmoleküle werden durch die zur Anode fliegenden Elektronen in positiv geladene Ionen und Elektronen gespalten. Während letztere den gewöhnlichen Weg ebenfalls zur Anode nehmen, werden die positiven (!) Ionen von dem negativ vorgespannten Steuergitter angezogen und fließen — über den Gitterwiderstand R_{g1} — zur Katode ab. An R_{g1} entsteht eine der negativen Vorspannung entgegengesetzte „Ionen"-Spannung, die die negative Vorspannung um einen gewissen Wert erniedrigt. Da es sich bei der Elektronenbombardierung meist um einen relativ langsam anlaufenden Prozeß zu handeln scheint, schaukelt sich nach der Röhreninbetriebnahme erfahrungsgemäß der Anodenstrom langsam — infolge Sinkens der Gittervorspannung — auf einen hohen, oft zweifachen Wert hoch, soweit der Netzteil dazu überhaupt in der Lage ist. Der Arbeitspunkt verschiebt sich, die Anode wird überlastet, die zu verstärkenden Wechselspannungen werden zur Kennlinienkrümmung hin verlagert und die Folge sind starke nichtlineare Verzerrungen. Ähnliche Vorgänge spielen sich ab, wenn der Kopplungskondensator vor dem Steuergitter nicht den erforderlich hohen Isolationswiderstand mehr besitzt. Hier ist es aber eine positive Fremdspannung, die die Betriebsdatenverfälschung verursacht. Durch Auswechseln des Kopplungskondensators ist der Fehler behoben.

Wir entnehmen aus den obigen Ausführungen, daß ein nur hoher Gitterwiderstand R_{g1} eine positive Ionenladung begünstigt. Hinsichtlich Dämpfung bei Hochfrequenz- und Frequenzbeschneidung bei Niederfrequenzverstärkung ist ein hoher Wert des Gitterwiderstandes aber unumgänglich. Erniedrigt man den Gitterwiderstand R_{g2} einer vakuumschlechten Röhre auf 0,1 MOhm, so läßt sich ein wesentliches Zurückgehen des Anodenstroms und der damit verbundenen Verzerrungen feststellen. In manchen Fällen konnte die Röhre weiter betrieben werden *(Bild 1)*. Um jedoch keinen Verlust der tiefen Frequenzen zu erhalten, mußte der Kopplungskondensator auf 0,1 µF (C_2) erhöht werden. Noch besser, jedoch umständlicher ist das Einsetzen einer Niederfrequenzdrossel, die den hier gewünschten niedrigen ohmschen (Gleichstrom-) Widerstand (ca. 5 kOhm) und eine hohe Impedanz besitzt. Selbst Röhren mit relativ schlechtem Vakuum können auf diese Art und Weise noch eine Zeit lang ihren Dienst verrichten. Bisweilen leiden auch Vorstufenröhren an Vakuumverschlechterung. Dann findet in den Vorstufen oft gar keine Verstärkung mehr statt, weil die an den Schwundregelwiderständen (R_{gs}) hervorgerufene Gegenspannung die Arbeit der an der Regelleitung liegenden Röhren vollkommen sperrt. Es genügt meist schon die fehlerhafte Röhre von der Schwundreglung zu trennen und den entsprechenden Gitterkreis direkt an Masse (Null) zu legen *(Bild 4)*.

Hanna Schweitz

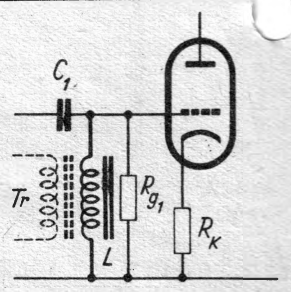


Bild 2. Anordnung einer Nf-Drossel L oder eines alten Nf-Übertragers im Gitterkreis

Anlassen neuer Bohrer

Es wird meist übersehen, daß neue Spiral- und Gewindebohrer meist in glashartem Zustand geliefert werden. Wenn man sie ohne weiteres verwendet, braucht man sich nicht darüber zu wundern, daß sie bei erster Gelegenheit abbrechen. Man versäume es also nie, alle Bohrer h e l l g e l b anzulassen. Dies muß mit großer Vorsicht geschehen, damit nicht eine zu weitgehende Enthärtung (durch die weiteren Anlaßfarben erkenntlich) eintritt. Man wird die Erhitzung also am hinteren Schaftende mittels einer mäßig heißen Flamme vornehmen und das Erscheinen der hellgelben Anlaßfarbe abwarten. Sowie sich diese über den ganzen Bohrer ausgedehnt hat, erfolgt das Abschrecken in kaltem Wasser.

Eckart Klein

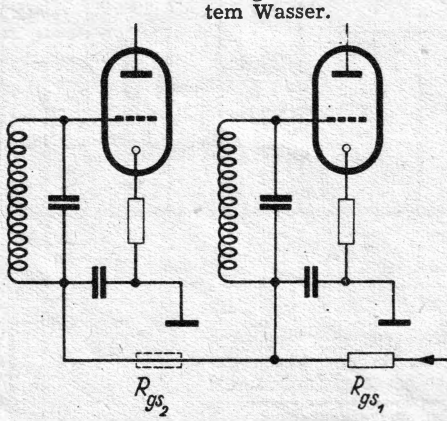


Bild 3. Schwundgeregelte Vorstufen

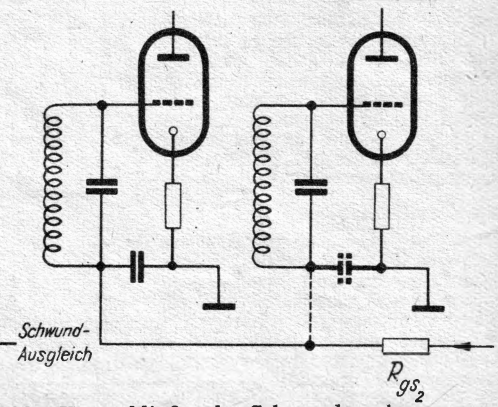


Bild 4. Kurzschließen der Schwundregelspannung. Gestrichelte Verbindung und Kondensator fallen weg. Kaltes Spulenende hat direkte Masseverbindung

DATEN der RV 12 P 2000

In großer Zahl wird zur Ersatzbestückung die wiederholt besprochene kommerzielle Pentode RV 12 P 2000 verwendet. Sehr häufig werden die Röhren aus Unkenntnis mit falschen Betriebsdaten eingesetzt, wobei sie oft mit Überbelastung arbeiten und, u. U. nach wenigen Wochen, taub werden. Da das Ringbuch nur in den wenigsten Fällen zugänglich sein dürfte, wurden die Kennlinien einer fabrikneuen Röhre aufgenommen. Eine Zusammenstellung am Schluß gibt die (auch praktisch erprobten) besten Daten.

Die Kennlinien zeigen das typische Bild einer Hf- (u. Nf.-) Pentode, ähnlich der AF 7 oder EF 12, womit das Wichtigste über Verwendungszweck, Leistungsmöglichkeit usw. bestimmt ist.
Bild 1 zeigt das Kennlinienfeld für $U_{g2} = 100$ V, in erster Linie also für Hf- und Nf-Vorverstärker. Es ist ratsam, hierfür die Schirmgitterspannung noch zu erniedrigen, z. B. auf 75 V (Röhrenschonung). Der Verstärkungsgrad sinkt nicht erheblich.
Für Leistungs- und Endstufen gilt *Bild 2* ($U_{g2} = 200$ V). Die Konstruktion der günstigsten Widerstandsgeraden ergibt die unten

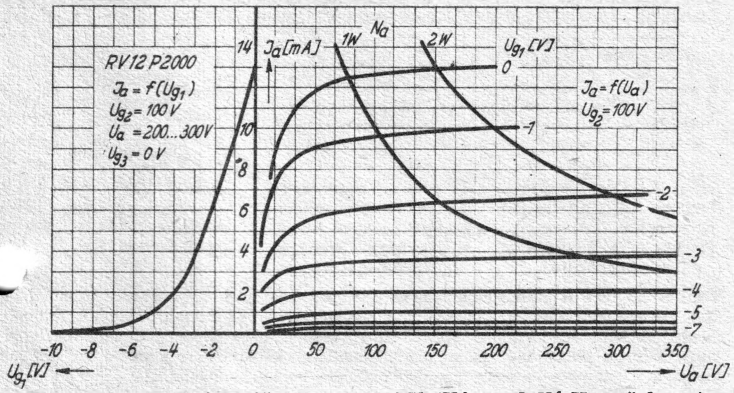


Bild 1. Kennlinienfeld für $U_{g2} = 100$ V (Hf- und Nf-Verstärkung)

angeführten Optimalwerte. Ferner eignet sich hier vorzüglich die Triodenschaltung, die zwar geringere Ausgangsleistung, dafür aber größere Gitterwechselspannungen verträgt. In *Bild 3* wurde aus Sicherheitsgründen das Bremsgitter an Katode belassen, was aber nicht unbedingt erforderlich ist. Sehr gute praktische Resultate ergibt die normale Gegentaktschaltung.
Eine ganze Anzahl kommerzieller Geräte, z. T. mit mehreren Hf- und Zf-Stufen, arbeiten mit dieser Röhre mit Schwundregelung. An sich war für diesen Zweck die RV 12 P 2001 vorgesehen, die aber sehr selten zu finden war. Die „Regelkurven" der P 2000 zeigt *Bild 4*. Man sieht, daß bei gleitender U_{g2} bis zu —20 V ausgeregelt werden kann. Bemerkt sei, daß die keineswegs ideale Kurve naturgemäß Verzerrungen, Kreuzmodulation usw. mit sich bringt, wenn Ansprüche gestellt werden. Die Praxis zeigt jedoch, daß nur in sehr ungünstigen Fällen eine merkliche Verschlechterung eintritt. Vorteilhaft wird nur bis etwa —8 ... —10 V geregelt.
Die Verwendung als Schwingungserzeuger erlaubt neben

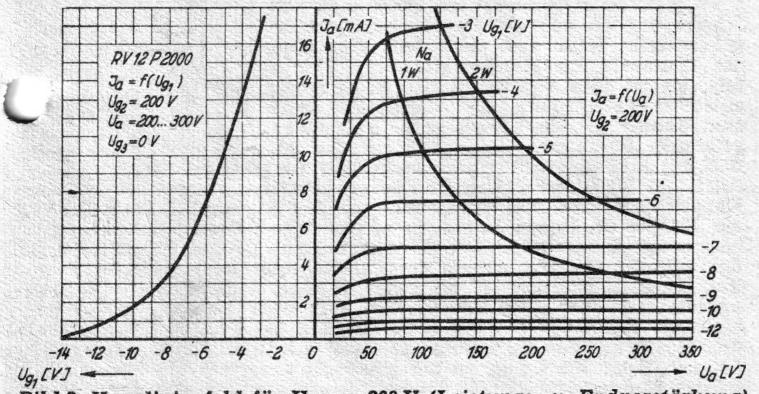


Bild 2. Kennlinienfeld für $V_{g2} = 200$ V (Leistungs- u. Endverstärkung)

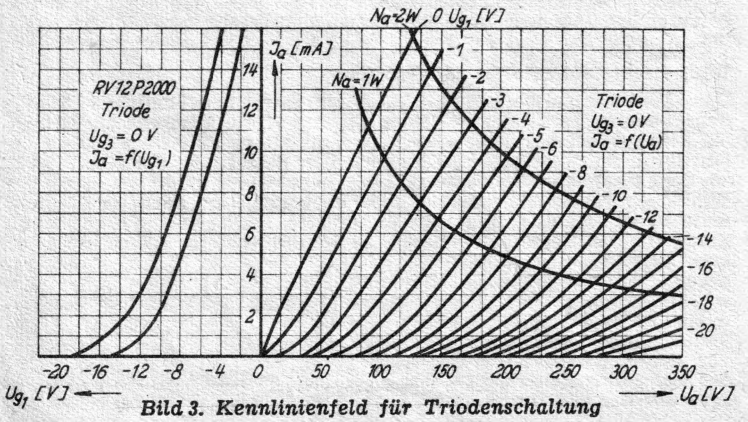


Bild 3. Kennlinienfeld für Triodenschaltung

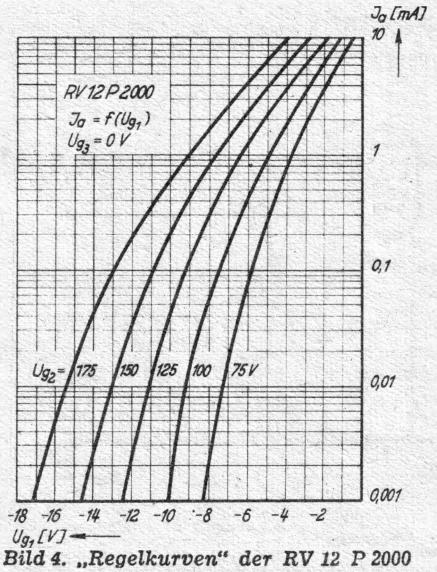


Bild 4. „Regelkurven" der RV 12 P 2000

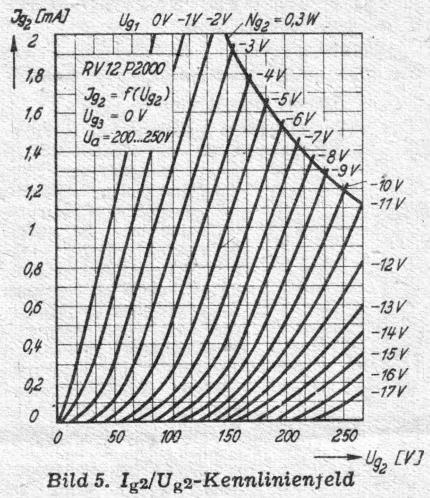


Bild 5. I_{g2}/U_{g2}-Kennlinienfeld

den normalen Oszillatorschaltungen (Rückkopplung, Katodenkopplung, ECO usw.) für Mischstufen, Meßsender u. dgl. auch Leistungsabgabe (Steuerstufen bis 2 W Qa), Maximal- und Betriebswerte wie bei Endstufen. Erwähnt sei noch die Möglichkeit, dem Bremsgitter eine Vorspannung zu geben, was z. B. bei der EF 14 bekannt und gebräuchlich war, worauf nicht näher eingegangen werden soll. In Extremfällen schaltet man G_2 und G_3 zusammen (Tetrode), wobei aber $U_{g2+3} \leq \frac{1}{2}$ Ua sein muß.
Als Mischröhre läßt sich die Röhre wie andere Hf-Pentoden verwenden, und zwar entweder in additiver Mischschaltung (mit einer Röhre, wie in den Anfangszeiten des Supers) oder in multiplikativer Mischung mit zweiter Oszillatorröhre. Die Oszillatorfrequenz wird auf das Bremsgitter (seltener Schirmgitter) gegeben. Die Vorteile, etwa auf Kurzwellen (Rauscharmut!) sind bekannt.
Als Diodengleichrichter läßt sich jede Elektrode verwenden, sehr günstig ist das Zusammenschalten von G_1—G_2—G_3—A zu einer einzigen Diodenstrecke. Für den Normalbedarf erübrigen sich die Kennlinien.
Als Netzgleichrichter kommt unter keinen Umständen über 11 mA Stromentnahme in Frage; so arbeitet die Röhre an der obersten Belastungsgrenze. Für höhere Stromstärken ist zumindest ein Parallelschalten mehrerer Röhren erforderlich (besser Trockengleichrichter).
Um für abweichende Betriebsdaten die Kennlinien zu

Betrieb als HF-, ZF- und NF-Verstärker

Maximaldaten:	U_a 220 V N_a 2 W I_k 4 mA R_{g1} 1 MΩ	U_{g2} 140 V (Kaltspannung 250 V) N_{g2} 0,3 W $U_f/_s$ 100 V R_{g3} 1 MΩ Ri 1 MΩ
Betriebswerte:	U_a 210 V N_a 2 W I_a 2 mA U_{g3} 0 V D_{g2} 5,5% R_{g2} 0,25 MΩ $R_{äq}$ 4,5 kΩ C_{gk} 3,3±0,3	U_{g2} 75 V N_{g2} 0,4 ... 0,7 W I_{g2} 0,45 V je bei U_{g1} — 2,35 V U_{g1} —1,5 ... 3 V S 1,3 ... 1,7 mA/V R_i 1,5 MΩ C_{ga} ≤0,005 pF } statisch C_{ak} 3,1±0,3 pF } statisch

Betrieb als Leistungsverstärker

Maximaldaten:	U_a 250 V N_a 2 W I_k 11 mA	U_{g2} 225 V (Kaltspannung gleich) N_{g2} 0,7 W R_{g1} 0,5 MΩ bei U_{g3} + 10 V

Praktische Arbeitsdaten (Ub 200 V)

Audion: R_{g1} 1 MΩ U_{g3} 0 V	R_{g2} 1 ... 2 MΩ R_a 0,2 ... 0,3 MΩ R_{g2} 0,1 ... 0,3 MΩ bei Drosselkopplung
Hf-Verstärker: U_{g1} —2,5 V R_k 600 Ohm	R_{g2} 0,15 oder Spannungsteiler 2×0,1 MΩ, bei gleit. U_{g2} 0,2 MΩ
Nf-Verstärker: U_{g1} —3 V R_k 2 ... 3 kOhm	R_{g2} 1 ... 2 MΩ bei R_a 0,2 MΩ 2 MΩ bei 0,3 MΩ 0,5—1 MΩ bei 0,1 MΩ als Triode (größerer Aussteuerbereich): R_a 0,2 MΩ bei R_k 8 kΩ 0,1 MΩ bei R_k 5 kΩ
Endstufe: (Pentode) U_{g1} — 6,5 V U_{g1} — 5 V (Triode) U_{g1} — 5 V U_{g1} —10 V	 R_k 900 Ohm $U_{g2}=U_a$ R_a 25—30 kΩ R_k 600 Ohm R_{g2} 0,02 MΩ R_k 550 Ohm R_a 20 kΩ R_k 4,5 kΩ bis 30 kΩ

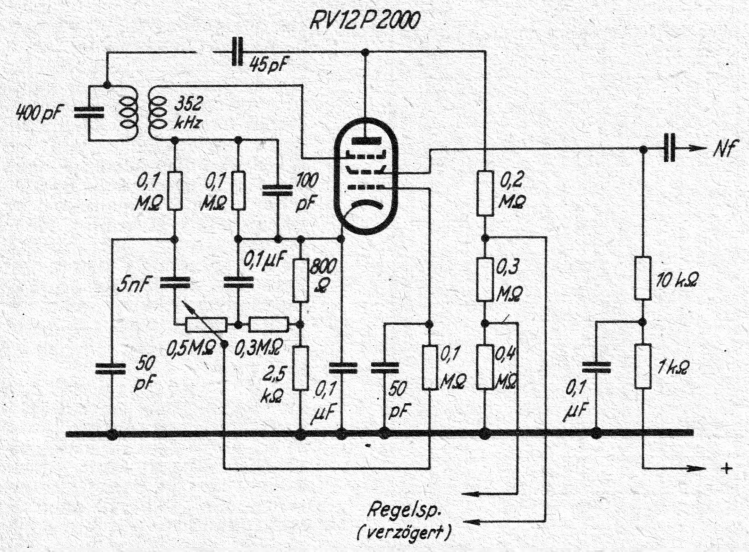


Bild 7. Demodulator, Regelspannungserzeuger und Nf-Vorverstärker (Funktion entsprechend EBC 11 usw.)

finden, ist in *Bild 5* das I_{g2}/U_{g2}-Kennlinienfeld gegeben, das ebenfalls wie die übrigen Bilder die maximale Belastungsgrenze angibt.

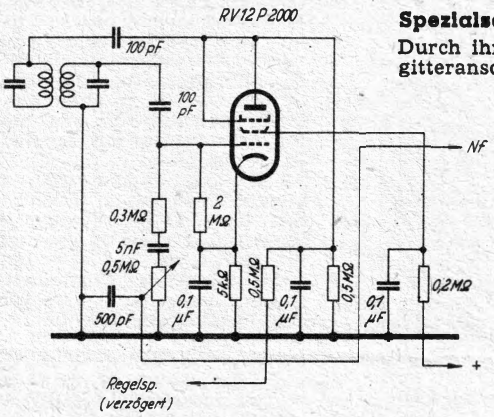


Bild 8. Demodulator und Regelspannungserzeuger (Funktion einer EB 11 usw.)

Spezialschaltungen

Durch ihren gesonderten Bremsgitteranschluß ist die Röhre universell verwendbar. Kommerzielle Geräte verwenden aus röhrentechnischen Gründen (nur einen Typ!) vielfach Kunstschaltungen. Die *Bilder 6 bis 8* zeigen drei solche Beispiele, die sich noch vermehren lassen. In jedem solchen Falle ist sorgfältige Entwicklungsarbeit, oft mehr oder weniger Kompromißlösung nötig. Die gegenwärtige Röhrenknappheit zwingt aber zu derartigen Lösungen.

Auch auf die Reflexschaltung sei nochmals hingewiesen, die die Röhre infolge ihrer kleinen Abmessungen oft mit erstaunlicher Unempfindlichkeit gegen Schwingungen, Hf-Rückkopplungen usw. arbeiten läßt. Ferner arbeitet die Röhre bis zu 300 MHz einwandfrei, läßt sich in stufenweise völlige Abschirmungen einbauen, so daß sie für Versuchs- und Meßgeräte (Hf-Röhrenvoltmeter!) geeignet ist.

Da der Gitterstromeinsatzpunkt bei —1,3 V liegt, ist die max. $U_{g1\,eff}$

bei der Pentode 3,7 bzw. 2,6 V. (Sprechleistg. 0,6 W)

bei der Triode 2,6 bzw. 6,2 V. (Sprechleistg. 0,1 . . . 0,3 W).

Wolf Gruhle

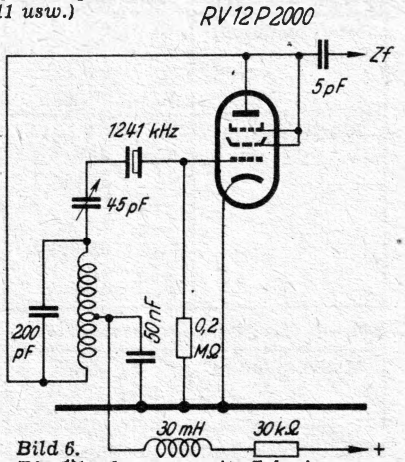


Bild 6. Zf - Überlagerer mit Schwingquarz

Reparatur von Elektrolytkondensatoren

Als Ursache für das Versagen von Elektrolytkondensatoren wird sehr oft Kapazitätsverlust angegeben, der auf Austrocknen zurückzuführen sein soll. Bei der näheren Untersuchung älterer kapazitätsloser Elektrolytkondensatoren wurden jedoch andere Ursachen festgestellt.

Vielfach ist der Verlust der Kapazität darauf zurückzuführen, daß der Anschluß der Plusfolie an der Austrittsstelle aus dem Wickel durch chemische Einflüsse abgefressen wird. Es kommt nun darauf an, diesen Anschluß wiederherzustellen. In ähnlicher Weise können Elektrolytkondensatoren mit Kurzschluß wiederhergestellt werden, wobei man den Wickel aufwickeln muß, bis die Durchschlagstelle gefunden ist. Die Isolation der Kurzschlußstelle kann dann mit einem Stückchen Papier vorgenommen werden.

Bei der Reparatur schadhafter Elektrolytkondensatoren hat sich folgendes Verfahren bewährt. Die beiden Aluminiumfolien werden freigelegt und nach rechts und links herausgefaltet (*Bild 1*). Diese nach beiden Seiten herausragenden Enden werden dann vierfach aufgewickelt, wie *Bild 2* zeigt. In der Regel ist die Plusfolie mit Aluminiumoxyd als geeignetem Isolator überzogen und hat eine weißgraue Farbe. Die Aluminiumfolie ist metallblank, sofern es sich nicht um Stanniol handelt. Die Polarität (Minus- und Plusfolie) läßt sich leicht mittels Ohmmeter feststellen. Man verstärkt die Papierzwischenlage am Endstück des Wickels, wo die beiden Folien aus dem Wickel herausragen, durch zusätzliche Streifen Papier zu beiden Seiten der Plusfolie, wikkelt das Ganze fest zusammen und klebt den Wickel mittels Klebestreifen fest. Die Folien werden dann so lang abgeschnitten, daß sie beim Umlegen nicht über den Wickel herausragen. Auf die Enden der Folien werden nun kleine Klammern aus verzinktem Eisenblech gesetzt (Reste von alten Becher- oder Elektrolytkondensatoren). Das Ganze wird nun nochmals in einen etwa 2 cm breiten Papierstreifen eingewickelt und wieder mit einem Klebestreifen festgelegt. Sodann legt man Pappscheiben auf beiden Seiten an die Öffnungen auf den Wickel und legt die Folien um. Seitwärts durch die Umhüllung steckt man noch Drähte hindurch, die an den Klammern festgelötet werden, wobei es sich empfiehlt, für den Plusfolienanschluß isolierten Draht zu verwenden (*Bild 3*). Nachdem der so fertiggestellte Elektrolytkondensator mit einem Ohmmeter geprüft worden ist, wird er vergossen. Zum Schluß wird das Ganze in Ölfarbe bzw. Lack, oder noch besser in Wachs, Stearin oder Paraffin eingetaucht.

Die Fehler an Elektrolytkondensatoren sind recht verschieden. Manchmal ist die Plusfolie angefressen, besitzt also lauter Löcher. U. U. ist trotzdem eine Reparatur möglich, wobei der Kondensator nur geringen Kapazitätsverlust hat. Oft ist auch nur das Außenstück schlecht, während das Innere des Kondensators keine Fehler zeigt. In diesem

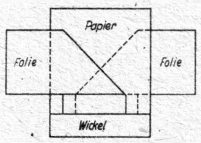


Bild 1. Die freigelegten Aluminiumfolien werden nach rechts und links herausgefaltet

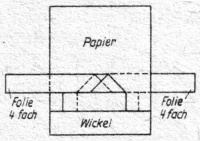


Bild 2. Aufwickeln der herausragenden Enden bei der Reparatur von Elektrolytkondensatoren

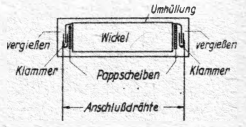


Bild 3. So werden die Anschlüsse des reparierten Elektrolytkondensators hergestellt

Fall muß das Außenstück abgeschnitten werden. Ein Kapazitätsverlust bis zu rund 50% läßt sich in den meisten Fällen in Kauf nehmen. Mehrfachkondensatoren kann man auseinandernehmen und auftrennen. Doppelelkos mit einer gemeinsamen Minusfolie kann man gleichfalls auftrennen, wobei die Minusfolie entsprechend zurechtzuschneiden ist. Nach der Reparatur besitzen Elektrolytkondensatoren zuerst einen sehr niedrigen Widerstand, wie Kondensatoren, die ganz aufgewickelt waren und manchmal beinahe Kurzschluß haben. Es muß also ein Vermehrungsprozeß durchgeführt werden. Falls keine Polung mehr feststellbar ist, nimmt man das Ohmmeter zu Hilfe. Bei richtiger Polung steigt der Widerstand, während er bei falscher Polung abnimmt. Wenn der Widerstand bei einem Ohmmeter nicht mehr ansteigt, so legt man die Betriebsspannung über einen Vorwiderstand unter Verwendung eines Voltmeters an. Falls die Spannung nicht mehr steigt, ist der maximale Ohmwert erreicht. Steigt die Spannung am Kondensator zuerst an, um dann plötzlich wieder abzufallen, so muß der Kondensator sofort abgeschaltet werden und ist mit entsprechend niedriger Spannung zu betreiben. Erreichen Elektrolytkondensatoren nicht den erforderlichen minimalen Ohmwert, so muß man sie mit entsprechend geringerer Spannung arbeiten lassen. Ein Elektrolytkondensator für 550 V mit einem Ohmwert mit 50 kΩ läßt sich immerhin noch gut als Katodenkondensator gebrauchen. Wenn sich nach dem Vergießen der Ohmwert des Kondensators verschlechtert, so ist dies ein durch die Erwärmung entstehender Vorgang. Auf keinen Fall darf das Wasser in die Elektrolytkondensatoren gelangen. Bedingung bei der Reparatur ist, daß mit großer Sorgfalt und Sauberkeit vorgegangen wird.

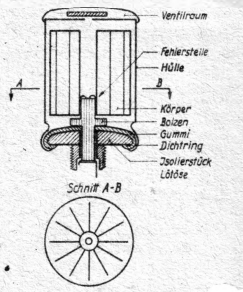


Bild 4. Aufbau Naßelelektrolytkondensatoren

Auch bei Naßelektrolytkondensatoren kommen, wenn auch seltener, Kapazitätsverluste und Kurzschluß vor. Bei Kurzschluß kann sich nur der Körper im Innern verbogen haben. Man öffnet den Kondensator vorsichtig, damit keine Lauge verlorengeht. Größte Sorgfalt ist bei der Öffnung und Schließung der Falzdichtung anzuwenden.

Bei Kapazitätsverlust ist entweder infolge Undichtigkeit die Lauge ausgelaufen oder der Körper hat mit dem Kontakt keine Verbindung. Der Körper wird beispielsweise bei Philips-Elektrolytkondensatoren auf den nach unten führenden Anschlußbolzen aufgenietet (*Bild 4*). Wenn die Lauge an der Nietstelle eindringt und Oxyd bildet, ist der Kondensator defekt. Durch Nachnieten läßt sich der Kondensator nicht reparieren, doch kann man versuchen, einen kräftigen Wechselstrom hindurchzuschicken. Für den Fall, daß die Lauge ausgelaufen ist, läßt sich eine Reparatur nicht mehr durchführen.

Joachim Selmke

Winkelschraubenzieher mit Getriebe

Der Funkmechaniker muß häufig an fast unzugänglichen Stellen Schrauben lockern oder anziehen. Ist er auf die Verwendung normaler Schraubenzieher angewiesen, so sind oft zeitraubende Hilfsarbeiten durch Aus- und Einbau hinderlicher Einzelteile, die den Zugang zu den fraglichen Schraubenköpfen versperren, nicht zu umgehen. Winkelschraubenzieher leisten hier hervorragende Dienste. Die normale Bauart ist allerdings nur in seltenen Fällen anwendbar, da der Raum für das Herumschwenken des Schraubenziehergriffes nicht immer vorhanden ist. Ideal ist dagegen der abgebildete Winkelschraubenzieher mit Kegelradgetriebe; in dem kleinen Gehäuse befinden sich zwei Kegelzahnräder, von denen das eine auf der Achse der Schraubenzieherklinge, das andere auf der des Drehknopfes sitzt.

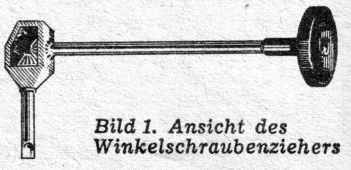


Bild 1. Ansicht des Winkelschraubenziehers

UNIVERSAL-Meßbrücke mit erweiterten Meßmöglichkeiten für Wechselstrom

Erweiterung der Meßbereiche — Bestimmung von ohmschen Widerständen, Scheinwiderständen, Kondensatoren und Selbstinduktionen — Wahlweise Gleich- und Wechselstrom zur Brückenspeisung

Meßbrücken zur Ermittlung unbekannter R- und C-Werte, und darüber hinaus auch von Selbstinduktionen mit Hilfe anzuschaltender Normalien, haben große Verbreitung gefunden. Ihre schnelle und einfache Bedienbarkeit, sowie die universelle Einsatzmöglichkeit schufen ihnen einen weiten Freundeskreis. Wir kennen sie als Wechsel- oder Gleichstrombrücken (Philoskop und Wheatstone'sche Brücke). Beide Arten haben Vor- und Nachteile. Deshalb soll hier eine Meßbrücke beschrieben werden, die die Vorteile beider Brückenarten vereinigt und darüber hinaus erweiterte Meß- und Anwendungsmöglichkeiten bietet.

Arbeitsweise des Gerätes

Bei den üblichen Brücken erweist sich in der Praxis eine gewisse Unvollkommenheit als Mangel. Mit einer Gleichstrombrücke erreicht man zwar bei der Ermittlung von Widerständen beachtliche Genauigkeiten, aber damit hört ihre Einsatzmöglichkeit schon auf. Die Wechselstrombrücke gestattet zusätzlich das Messen von Kondensatoren und Selbstinduktionen (bei vorhandenen Vergleichsnormalien), aber man stößt bereits auf Schwierigkeiten, den rein ohm'schen Widerstand einer Lautsprechererregung oder einer Nf-Drossel und dergl. zu bestimmen, da das Ergebnis durch die Brückenstrom-Frequenz gefälscht wird. Darüber hinaus ist das Bestimmen von Induktionswerten erschwert, da es häufig an bekannten Vergleichsnormalien mangelt.

Die neue Meßbrücke wurde deshalb ohne erhebliche Aufwandserhöhung für beide Brückenstromarten eingerichtet und es ergab sich seither bei ihrer praktischen Anwendung noch kein Fall, wo man nicht unmittelbar alles Vorkommende hätte messen können.

Man kann nun, je nach den verfügbaren Teilen, zwei Wege der Abstimmanzeige gehen. Einmal unter Anwendung eines Galvanometers, zum zweiten mit einem trägheitsloser arbeitenden magischen Auge. Kleine Vor- und Nachteile dieser Anzeigemittel sind belanglos und heben sich praktisch auf. Da die Ankopplung einer Abstimmröhre gegenüber einem Galvanometer nicht die gleiche sein kann, so soll hier vorerst die Galvanometerschaltung erläutert und die Verwendung eines magischen Auges als Nullindikator einer kleinen Zusatzbeschreibung überlassen werden.

Die Brückenspannung wird der Heizwicklung eines Transformators entnommen und bei Messungen mit Wechselstrom durch einen Umschalter an die Brücke gelegt. Das Brückenstrom-Minimum wird nach richtiger Bereichswahl mittels Schalter durch Einregelung des 5 kΩ großen Potentiometers R_1 erreicht. Zu seinen beiden Seiten liegt je ein fester Brückenwiderstand von 500 Ω. Die Begrenzung des Brückenstromes, der beim Messen kleinster Widerstandswerte am größten ist, geschieht durch R_B mit 200 Ω. Er verhindert bei Gleichstrom die Überlastung des Gleichrichters Gl_1. Bei hochohmigen Messungen ist infolge des kleiner werdenden Brückenstromes der Abfall an R_B belanglos und bei niederohmigen Anschluß ist die Brückenempfindlichkeit infolge der kleinen Werte noch überaus groß. Bei Wechselstrom legt der Schalter S_2 den Brückenstrom an das Steuergitter der Verstärkerröhre EF 12, die vom gleichen Transformator geheizt wird. Über einen Kondensator von 0,1 µF ist nun das Galvanometer J über einen Gleichrichter

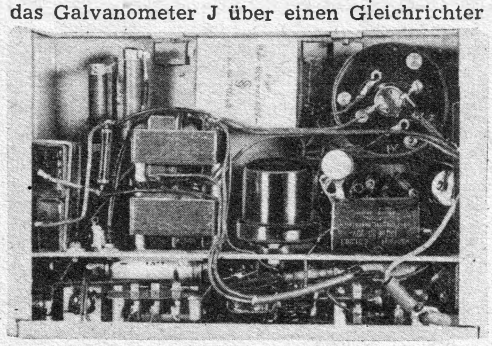


Bild 2. Rückansicht der Universalmeßbrücke

angeschlossen. Dieser Gleichrichter ist aus vier Scheiben einer Trockengleichrichtersäule in Graetzschaltung selbst herzustellen. Die Anschaltung des Galvanometers an den Gleichrichter erfolgt über die Umschalter $S_{3,4,5}$. Um das Instrument vor längeren Überlastungen zu schützen und zur besseren Nullpunktkontrolle wurde der Druckknopfkontakt Dr vorgesehen, der nur bei Messungen betätigt wird. Die jeweilige Empfindlichkeit wird mit dem Regler R_g eingestellt, der in vorliegendem Falle 1 kΩ groß ist. Beim Fehlen eines geeigneten Galvanometers können auch an seiner Stelle zwei Buchsen vorgesehen werden, an die man von außen ein bereits vorhandenes und auch anderweitig verwendbares mA-Meter mit möglichst hoher Empfindlichkeit anlegt. Wird die Brücke mit Gleichstrom betrieben, dann schaltet der Umschalter S_1 auf den Gleichrichter Gl_1, der wie oben beschrieben, hergestellt ist. Um einen völlig oberwellenfreien Brückengleichstrom zu erhalten, ist ein Elektrolytkondensator hoher Kapazität notwendig. Messungen am Katodenstrahloszillografen haben ergeben, daß mit 100 µF ein völlig sauberer Brückengleichstrom erreicht wird. Diesmal wird die EF 12 nicht benutzt, sondern der Brückenstrom mittels S_2 unmittelbar an das Galvanometer gelegt, wobei der Gleichrichter Gl_2 über S_3, S_4, S_5 abgeschaltet wird. Da bei vorliegendem Gerät aus Materialgründen ein kleiner, gesonderter Heiztransformator verwendet wurde, ist auch die Heizung der EF 12 über den Schalter S_6 abschaltbar gemacht worden. Der dadurch auftretende Spannungsanstieg kommt den oberen R-Meßbereichen zugute. Die Spannung an der offenen Brücke beträgt dann ca. 10 Volt. Die Anodenspannung erhält die EF 12 über einen zweiten kleinen Transformator, der ungefähr 200 Volt abgibt und dessen Spannung mit einem kleinen Trockengleichrichter gleichgerichtet wird. Zwischen Lade- und Siebkondensator (je 4 µF) liegt ein Siebwiderstand von 5 kΩ.

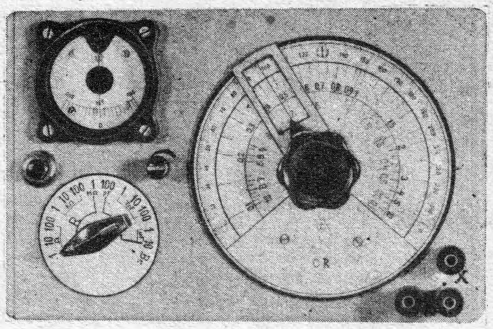


Bild 3. Außenansicht der Universalmeßbrücke

Einzelteilanordnung

Im Bild 3 sehen wir links oben das Anzeige-Galvanometer, darunter links den Druckknopf und rechts davon den Empfindlichkeitsregler. Darunter, in der Mitte links, liegt der Bereichschalter mit folgenden Bereichen: 1 Ω, 10 Ω, 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, 100 pF, 1000 pF, 10 000 pF, 0,1, 1 und 10 µF, sowie Schalterstellung „Brücke" zur Anschaltung äußerer Normalien. Rechts ist die Ableseskala angeordnet und in der unteren rechten Ecke befinden sich die Anschlußbuchsen „N" und „X". An der rechten Seitenwand ist der Schalterknebel zur Umschaltung „Gleichstrom-Wechselstrom". Der Umschalter selbst ist ein fünfpoliger Walzen-Umschalter, dem auf einfache Weise zwei weitere Kontakte hinzugesetzt wurden. Wir sehen ihm auf *Bild 2* im unteren Teil des Gerätes. Hinter dem Schalterknebel ist die Erdungsbuchse unmittelbar am Gehäuse befestigt. Die weiße Hülse (links unten), ist der Anodengleichrichter (10 mA), darüber sitzen die beiden Transformatoren. Neben ihnen befindet sich die Verstärkerröhre EF 12. Über der Röhre ist die größte Normalie, der Becherkondensator 10 µF, angeordnet, mit dem sich Kondensatoren bis zu 100 µF messen lassen. Rechts oben sitzt das Galvanometer (Rückansicht). Darunter, zum Teil verdeckt, sitzt der Bereichumschalter mit den Normalien. Die Brücke des Verfassers arbeitet ohne Spannungsumschaltung noch mit 100 V Netzspannung, ohne Beeinträchtigung der Meßmöglichkeiten. Die Geräte-Abmessungen sind: 230×150×70 mm.

Normalien und Meßmöglichkeiten

Die eingebauten Normalien besitzen die oben angeführten Werte. Je geringer ihre ± — Toleranz ist, um so genauer wird die Brücke arbeiten. Man verwende nur einwandfreie Kondensatoren, wobei die kleineren Werte keramische Kondensatoren sein sollen. Die Widerstands-Normalien werden gegebenenfalls nach dem Strom-Spannungsverfahren, unter Berücksichtigung der jeweiligen Meßinstrumentenwiderstände, ermittelt. Die Meßmöglichkeiten sind folgende: Widerstände von 0,1 Ω bis 10 MΩ, Kondensatoren (auch Elektrolytkondensatoren) von 10 pF bis 100 µF, wobei bei den kleinen Werten die Brücken-

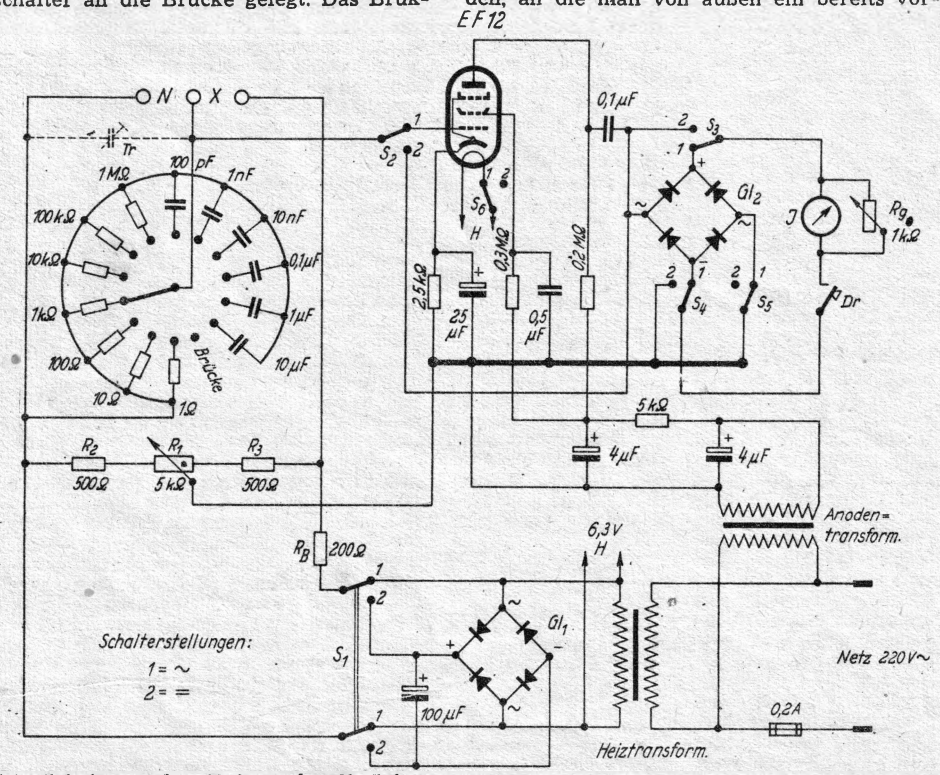


Bild 1. Schaltung der Universalmeßbrücke

kapazität (ca. 15—20 pF), in Abzug zu bringen ist. Um die Brücke kapazitiv zu symmetrieren, ist es nach ihrer Fertigstellung notwendig, in Schalterstellung „Brücke" durch Einsetzen eines sehr kleinen Trimmers in den Brückenzweig N oder X die kapazitive Mitte zu erreichen, die bei der Skalenzahl 1 liegen muß. Das ist erforderlich, um die Leitungskapazitäten der Schaltung zu kompensieren. Bei dem kleinsten R-Bereich ist eine starke Verdrahtung bis zu den Anschlußbuchsen erforderlich, um auch hier in die Messung eingehende Leitungswiderstände zu vermeiden. An dieser Stelle sei betont, daß in vielen Orten das Wechselstromnetz kapazitive Unregelmäßigkeiten aufweist, die nur mit praktisch kaum aufwendbaren Mitteln beseitigt werden können. Beim Messen kleiner C-Werte zeigt sich daher trotz guter Erdung des Gerätes ein verschieden hohes Meßergebnis in Abhängigkeit der Polung. Dies tritt beispielsweise auch beim „Philoskop" auf. Den tatsächlichen Wert erhält man, wenn die beiden verschiedenen Meßergebnisse gemittelt werden. Bei C-Messungen ist die Brücke grundsätzlich zu erden!

Neben C- und R-Werten lassen sich mit etwas Übung auch der Verlustwinkel von Kondensatoren und der Gütefaktor von Spulen bestimmen, je nach der bis zum Maximalausschlag nötigen Empfindlichkeitsregelung von R_g. Den Scheinwiderstand von Transformatoren, Drosseln, großen Kernspulen usw. messen wir in Schalterstellung „Wechselstrom", den rein ohm'schen Widerstand hingegen in Stellung „Gleichstrom". Die Induktion — ohne Anwendung von Vergleichsnormalien — errechnet sich bei einer Netzfrequenz von 50 Hz:

$$L_{(H)} = \sqrt{R_S^2 - R^2} \cdot 314,$$

wobei R_S der Widerstand bei Wechselstrom und R der Gleichstromwiderstand ist. Die Zahl 314 ist der Einfachheit halber gleich eingesetzt, wenn man 50 Hz zugrunde legt. Es ist das Produkt aus: $2\pi f$ (f ist die Brückenfrequenz in Hertz).

Skaleneichung

Es mag auffallen, daß trotz erweiterter Meßbereiche und Meßmöglichkeiten die Bedienbarkeit des Gerätes eine äußerst einfache bleibt. Dies wurde bei der Konstruktion auch angestrebt, um im Betrieb eine recht einfache und damit schnelle, fehlerlose Einstellung zu erreichen. So wurde auch darauf verzichtet, mit ein und derselben Skalenteilung bei R- und C-Messungen zu arbeiten, da man sonst, — infolge des umgekehrten Verhaltens von Widerständen und Kondensatoren — die Brückenanschlüsse hätte umschalten müssen. Dafür wurde die einmalige kleine Mehraufwendung für eine zweite Skalenteilung gemacht.

Man sorgt vor der Eichung der Meßbrücke dafür, daß der Zeiger zwei Endanschläge erhält, die kurz vor den beiden Drehwinkelenden des Brückenschleifers liegen. Damit wird ein mechanisches Verdrehen des Zeigers gegen die Schleiferachse und somit eine Verstellung verhindert. Die Skala selbst soll recht groß sein, um möglichst genaue Ablesung und geringste Eichfehler zu erreichen. Man zeichnet sich am Außenrand eine Gradteilung, die mindestens den gesamten Zeigerdrehwinkel umfaßt. Danach schaltet man einen Drehwiderstand (beispielsweise 1000 Ω) an die Buchsen „X", stellt den Bereichschalter auf 100 Ω und eicht nun, — nachdem man sich vorher den Drehwiderstand, der mit einer Grad-Skalenscheibe versehen ist, genau durchgeeicht hat, — die Brückenskala. Die C-Skala ist gegenläufig und wird ohne weitere Messungen erreicht, indem man stets die Zahl 1 durch die jeweilige Zahl der R-Skala teilt. Man trägt die so gewonnenen Werte auf einen weiteren, inneren Teilkreis auf. Zur Vereinfachung der Übersicht wurde bei vorliegendem Gerät die R-Eichung in schwarzer und die C-Eichung in roter Tusche ausgeführt.

Werner Pinternagel

Es gibt keine VY 2 N!

Entgegen anders lautenden Pressemitteilungen weisen wir darauf hin, daß weder von Telefunken noch von Philips-Valvo zur Stromversorgung von Geräten mit der Röhre VEL 11 eine Spezialröhre des Typs VY 2 N herausgebracht wird. Wie aus unserm Bericht „VEL 11, eine neue interessante Röhre", hervorgeht, kann als Gleichrichterröhre der normale Einweggleichrichter VY 2 benutzt werden.

Fritz Kunze

Vergleichsspannungsgerät für Katodenstrahl-Oszillografen

Bei der Verwendung eines Oszillografen wird häufig als Mangel empfunden, daß man zwar einen Vorgang auf dem Bildschirm beobachten, über die angelegten Spannungen jedoch größenordnungsmäßig wenig aussagen kann. Fast jeder Oszillograf ist mit einem Verstärker versehen und lediglich die Stellung des Empfindlichkeitsreglers (Eingangspotentiometer, Gittervorspannungsregler) des Verstärkers, der dann durch ein geeignetes Verfahren geeicht sein muß, oder zusätzliche Messungen — z. B. durch Röhrenvoltmeter — geben ungefähre Aussagen über die Höhe der angelegten Spannung.

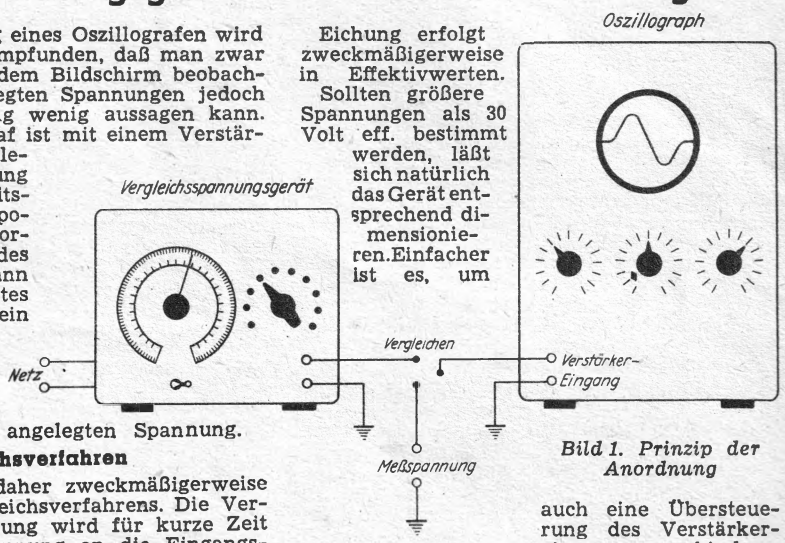


Bild 1. Prinzip der Anordnung

Spannungsvergleichsverfahren

Man bedient sich daher zweckmäßigerweise des Spannungsvergleichsverfahrens. Die Vergleichswechselspannung wird für kurze Zeit anstatt der Meßspannung an die Eingangsklemmen gelegt und so mittels Spannungsteiler eingestellt, daß ihre Amplitude der des Meßvorganges entspricht. Aus der Stellung der geeichten Grob- und Feinspannungsteiler läßt sich die Höhe der Spannung ablesen. Da die Oszillografenverstärker über einen weiten Bereich frequenzunabhängig sind, läßt sich der 50-Hertz-Netzwechselstrom zur Speisung des Vergleichsspannungsgerätes verwenden. Wichtig ist, daß die Speisespannung der Spannungsteiler konstant ist. Es ließe sich in den Primär- oder Sekundär-Stromkreis des Transformators ein Amperemeter einfügen, das in Reihe mit einem Regelwiderstand geschaltet ist, mittels dem man von Hand einen genau festgelegten Strom einstellen kann, so daß sich am Spannungsteiler die Eichspannung ergibt. Ein eleganteres Verfahren ist, mit automatisch konstant gehaltenen Spannungen zu arbeiten. Hier gibt es zwei Hauptmöglichkeiten: Magnetische Spannungsausgleichhalter oder in den Stromkreis gelegte Eisenwasserstoffwiderstände. Für die meisten Zwecke ist das zweite Verfahren ausreichend, denn es ist das bedeutend billigere. Der Regelbereich eines Widerstandes EU VI geht von 110—220 Volt bei 200 mA; bei einer normalen Netzspannung von 220 Volt soll an ihm eine Spannung von 155 Volt abfallen. Der Transformator ist so zu dimensionieren, daß man an der Primärwicklung ca. 65 Volt erhält. Bei einem Übersetzungsverhältnis von 2:1 ergibt sich eine Sekundärspannung von ca. 32 Volt. An ihr liegt der Spannungsteiler von 50 kΩ, der somit eine Einstellung von 0 bis 30 Volt gestattet. Die abgegriffene Spannung kann mit einem weiteren, aus festen Widerständen und aus einem Stufenschalter bestehenden Spannungsteiler nochmals um feste Größenordnungen geteilt werden. Es ist so ausgebildet, daß sich eine ausreichende Überlappung der Bereiche ergibt. Das Potentiometer erhält zwei Skalen, 0—30 und 0—100. Die Eichung erfolgt zweckmäßigerweise in Effektivwerten. Sollten größere Spannungen als 30 Volt eff. bestimmt werden, läßt sich natürlich das Gerät entsprechend dimensionieren. Einfacher ist es, um auch eine Übersteuerung des Verstärkereingangs zu verhindern, für die Meßspannung feste Spannungsteiler zu verwenden. In *Bild 3* ist ein solcher gezeigt, der die Spannung im Verhältnis 1:10 und 1:100 zu teilen gestattet. Es lassen sich damit Spannungen bis zu 3000 Volt eff. bestimmen.

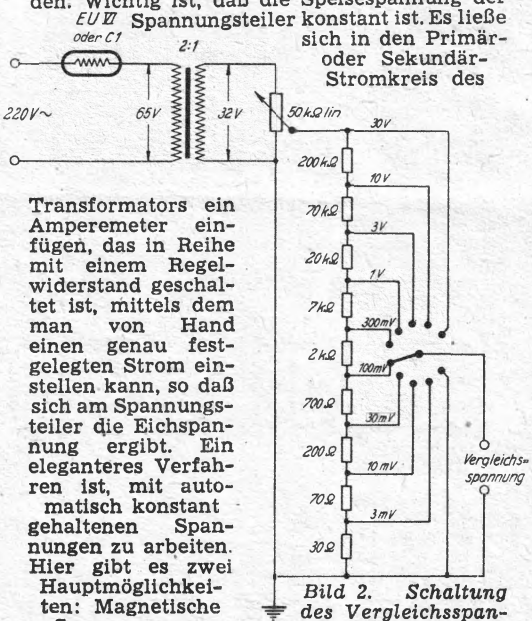


Bild 2. Schaltung des Vergleichsspannungsgerätes

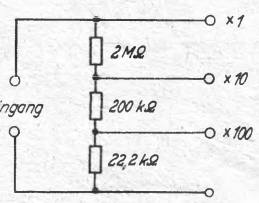


Bild 3. Fester Spannungsteiler für Meßspannung

Heinrich Brauns

FACHPRESSESCHAU

Miniaturempfänger

Popular Mechanics Januar 1946, 137 und Juli 1946, 213.

Über den bisher wohl kleinsten Empfänger werden nähere Angaben gemacht. Die äußeren Abmessungen dieses 5-Röhren-Supers betragen mit Batterien 7,5×2×13 cm, also etwa die Größe eines Zigarettenetuis. Das Gerät besitzt Mischröhre, zwei Zf-Verstärker, eine Gleichrichter-Nf-Verstärkerstufe und eine Endröhre. Die Röhre (Raytheon CK 505 Ax), eine direktgeheizte Pentode (Uf 0,75 Volt, Ua 45 Volt) ist etwa 2½ cm lang, flach und ½ cm dick und wurde während des Krieges in Geheimwaffen (autom. zündenden Granaten) verwendet. Die „Verdrahtung" einschließlich Widerstände wird auf ein kleines keramisches Plättchen in Silber bzw. Kohlemasse aufgetragen (mit besonderem Stift „geschrieben"). Die Kondensatoren sind winzige beiderseitig versilberte keramische Blättchen. Eine Lautsprecherkonstruktion ist noch nicht gelungen, gehört wird mit kleinen, äußerlich fast unsichtbaren Kopfhörern, die Zuleitung wirkt gleichzeitig als Antenne. Auch ein kleiner Verstärker mit gleichen Abmessungen wird gezeigt.

Faksimiledrucker

Electr. Jng. Juni 1946, 292, Pop. Science Juli 1946, 134 u. a.

Eine neue Art der Nachrichtenübermittlung scheint sich in USA. durchsetzen zu wollen: die Fixierung des gesendeten Materials (Bild oder Schrift) in kleinen schreibmaschinengroßen Druckern, die an ein vorhandenes Rundfunkgerät (allerdings für Frequenzmodulation) angeschlossen werden. In 15 Minuten werden vier Seiten (Format 30×23 cm) = 4000 Worte übertragen. Oberste Grenze der Lesbarkeit bis etwa 300 cm² pro Minute. Die zu übertragende Frequenz liegt bei 7 ... 13 kHz (105 Abtastzeilen pro cm). Der Empfänger-Drucker enthält eine 120 Meter lange Rolle chem. präparierten Papiers (ausreichend für 24 Stunden Dauerempfang). Eine rotierende spiralförmige Druckerschneide wird ähnlich wie beim Hellschreibyerfahren auf das Papier gedruckt (je nach den empfangenen Impulsen), das an dieser Stelle durch Stromfluß schwarz gefärbt wird. Ende dieses Jahres werden in 15 Großstädten Sendungen beginnen, Anfang 1947 der Verkauf von Geräten. In Zukunft stellt man sich abends seinen gewünschten Sender und seine Schaltuhr ein und wird dann morgens zum Frühstück die neuesten Bilder und Nachrichten, in der eigenen Hausdruckerei gedruckt, vorfinden.

Wolf Gruhle

TECHNIK DER TRANSCEIVER-GERÄTE

Die Technik der Transceiver, das sind tragbare Kleingeräte, deren Röhren und Bauteile umschaltbar wahlweise zum Senden und zum Empfang dienen, ist in den USA. seit etwa 1935 bekannt. Während der letzten Kriegsjahre war es der amerikanischen Funkindustrie und den Amateuren möglich, durch Anwendung von 1,3 V-Eichelröhren und durch die Fortschritte im Bau der Trockenbatterien einen neuen Transceiver-Typ zu schaffen: das Handie-Talkie. Bei einem Gewicht von gut 2 kg vereinigt so ein Handie-Talkie auf einem Raum, nicht viel größer als dem eines Telefonhörers, Sender, Empfänger, Batterien und eine ausziehbare Antenne.

Die nötigen Batterien werden u. a. von den Everready-Werken unter der Bezeichnung MINI-MAX hergestellt (Satz 2,50 Dollar). Der gedrängte Aufbau wurde durch Verwendung etwa 3 mm hoher aufeinandergeschachtelter Elemente möglich, deren plattenförmige Bauteile (Kohleschicht, Elektrolyt- und Depolarisator-Schicht, Zinkplatte) durch einen Preßstoff-Falzring zusammengehalten werden. Der Standardtyp mit 67,5 V hat bei 8 bis 11 mA Entladestrom eine Betriebsdauer von 25 bis 50 Stunden.

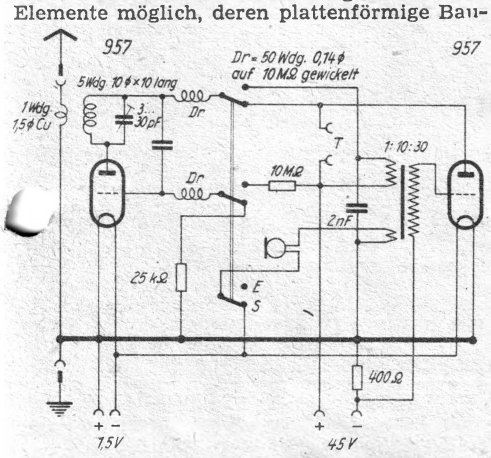


Bild 1. Schaltung eines „Handie-Talkie"-Gerätes nach dem Ultraaudion-Prinzip

Zwei typische Schaltungen aus den amerikanischen Zeitschriften QST April 1946 *(Bild 1)* und CQ Januar 1946 *(Bild 2)* seien hier als Beispiel gebracht. Es wird bei diesen Geräten allgemein die Ultraaudion-Schaltung verwendet und in der Empfangsstellung die Pendelrückkopplung (zur Erzielung einer hohen Empfindlichkeit) durch Anlegung einer negativen Spannung über einen hochohmigen Widerstand an das Steuergitter erzielt. Leider haften der Schaltung einige Mängel an. Ein selbsterregter Sender, der in diesem Frequenzgebiet Leistung abgeben soll, ist ohne besondere Maßnahmen niemals frequenzstabil zu betreiben. In einem Geradeausempfänger wäre die Sendung nur schwer, in einem Super gar nicht aufnehmbar. Der Superregenerativempfänger aber hat wegen des ständigen Pendelns seines Arbeitspunktes ein sehr breites Empfangsband (die Unselektivität störte in dem wenig besetzten Frequenzband bisher nicht), so daß dieser Fehler den Mangel des Senders ausgleicht. Das Gerät erfüllt jedenfalls so seinen Zweck und auch das dem Superregenerativempfänger eigene Rauschen in den Empfangspausen wird kaum stören.

Obwohl diese Geräte für alle Kurzwellen gebaut wurden (in der QST Juli 1946 wurden 5-Röhren-Handie-Talkies mit Quarzsteuerung auf 3885 kHz für 15 Dollar angeboten), empfiehlt es sich, sie unterhalb 2,5 m zu betreiben, um zu günstigen Abmessungen wirkungsvoller Antennen zu kommen. Für die in den USA. zum Verkehr innerhalb eines Gebäudes verwendeten Transceiver mit Ankopplung der Antenne an das Lichtnetz ist dagegen der Bereich um 100 kHz am wirkungsvollsten. Die Technik der Transceiver-Geräte läßt infolge der vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten noch manche Überraschungen erwarten

Ing. Alfred Müller

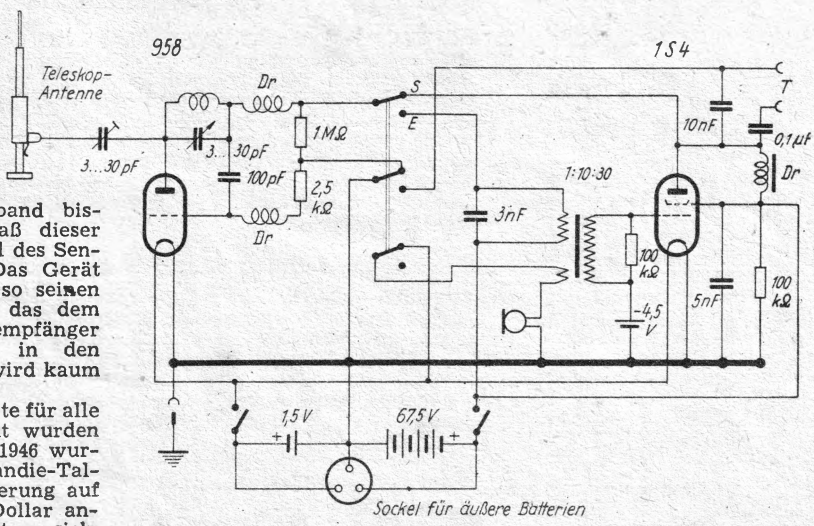


Bild 2. Dieses „Handie-Talkie"-Gerät verwendet eine Teleskop-Antenne, die sich genau anpassen läßt

Ein neues Mischröhrenprinzip

In den USA. verwendet man jetzt eine Doppeltriode mit getrennten Katoden als Mischröhre (z. B. 7 N 7). Jedes System hat eine etwa 15fache Verstärkung und eine Steilheit von 3—4 mA/V, entspricht also etwa einer EF 12 in Triodenschaltung. Während die Gittervorspannung der Oszillatorhälfte im Gitterableitwiderstand erzeugt wird und die zugehörige Kathode geerdet ist, wird bei der Eingangshälfte Katodenwiderstand und -Kondensator verwendet. Die Kopplung erfolgt entweder im Katodenkreis (in *Bild 1* über den gemeinsamen Teil der Oszillatorspule) oder über eine sehr kleine äußere Kapazität von der Oszillatoranode auf das Eingangsgitter (z. B. kurze parallele Leitung in 1—2 cm Abstand). Wegen des niedrigen Innenwiderstandes der Triode muß der 1. Zf-Kreis eine kleine Selbstinduktion und eine hohe Kapazität aufweisen.

Besonders im Gebiet der ultrakurzen Wellen bietet bekanntlich die Verwendung von Triodensystemen Vorteile. Als wesentlicher Vorzug ist aber der sehr niedrige Rauschwiderstand dieser Doppeltriode zu nennen, der nur $^1/_{10}$ des besten der komplizierteren Mischröhren beträgt. Auf diese Weise lassen sich in vielen Fällen Vorröhren vermeiden. Vor allem

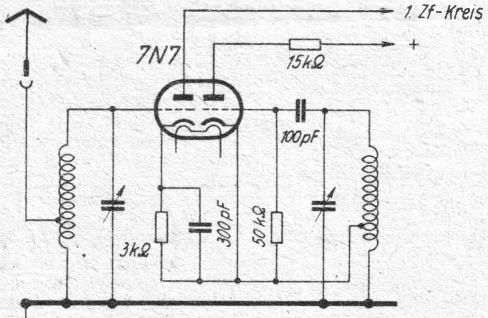


Bild 1. Schaltung der Trioden-Mischstufe

in Fernsehgeräten, FM-Empfängern und entsprechenden Vorsatzgeräten wird dieses System jetzt weitgehend verwandt.

Ing. Alfred Müller

RÖHREN-AUSTAUSCH

Ersatz der DCH 11 durch 2×RV 2,4 P 700

Im Grätz-Batteriesuper wurde die Mischröhre DCH 11 durch 2 Röhren RV 2,4 P 700 ersetzt. Die Röhrenkombination arbeitet auch bei 2-Volt-Heizspannung noch einwandfrei. Beim Anschluß an 2,4-V-Heizspannung ist für die

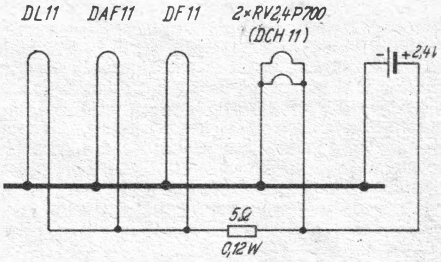


Bild 1. Heizkreisänderungen

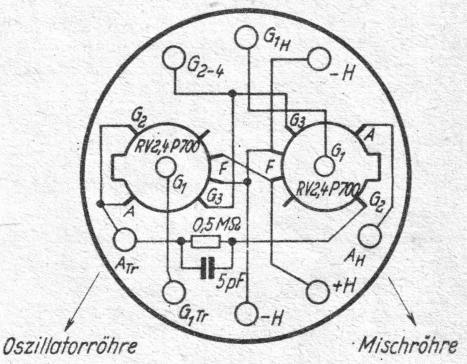


Bild 2. Umsockelungsschema 2×RV 2,4 P 700 statt DCH 11

im Gerät vorhandenen D-Röhren ein gemeinsamer Vorwiderstand (5 Ω) vorzuschalten *(Bild 1)*. Das Umsockelungsschema geht aus *Bild 2* hervor. Die Oszillatorröhre ist als Triode geschaltet.

Hans Raab

Kommerzieller Ersatz für BCH 1

Da die Röhre BCH 1 zu jenen Röhren gehört, für die Ersatztypen selbst aus älteren Beständen auch in Einzelfällen kaum mehr vor-

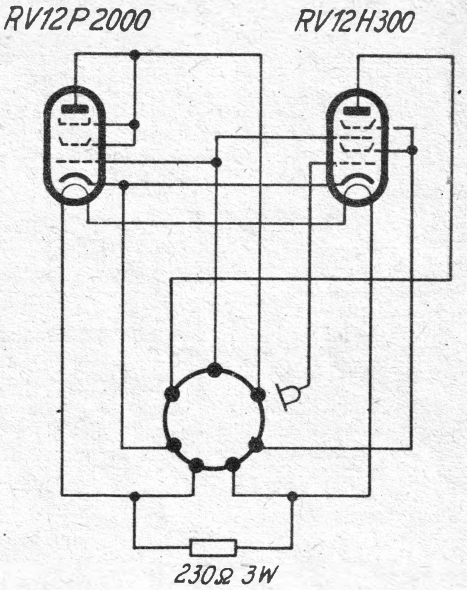


Bild 1. Umsockelungsschema zum Ersatz der Röhre BCH 1 durch die Röhren RV 12 P 2000 und RV 12 H 300

handen sind, ist das Umsockelungsschaltbild unter Verwendung der kommerziellen Typen RV 12 H 300 als Mischhexode und der RV 12 P 2000 in Triodenschaltung als Oszillator von Interesse (vgl. Bild 1).

Ing. Fritz Kühne

Wechselstromnetzteil für den DKE

Jeder Instandsetzer kennt den Jammer mit den DKE's, die heute nicht mehr betrieben werden können, weil die Gleichrichterröhre VY 2 defekt ist; in ihr ist der Katodenanschluß durchgebrannt, als Folge eines Kurzschlusses im Elektrolytkondensator des Netzteils. Ersatz für die vielen schadhaften VY 2 ist heute nicht zu beschaffen. Aus diesem Grunde habe ich mich damit befaßt, die DKE-Geräte umzubauen, so daß sie ohne VY 2 betrieben werden können. Dieser Umbau ist zur vollen Zufriedenheit gelungen; umgebaute Geräte sind seit einem Jahr und länger im Betrieb, ohne irgendwelche Störungen zu zeigen. Sie arbeiten genau so sauber und sind auch genau so leistungsfähig, wie zuvor, mit dem Unterschied, daß der neue Wechselstrom-Netzteil eine wesentlich längere Lebensdauer verspricht.

An Stelle der VY 2 wurde ein kleiner Netztransformator zusammen mit einer direkt beheizten Gleichrichterröhre benutzt; alle Einzelheiten des Umbaus sind aus Schaltung *Bild 1* zu ersehen. Zum Netztransformator wurde ein alter, nicht mehr verwendbarer Nf-Transformator umgewickelt; als Gleichrichterröhre wurden u. a. folgende Röhren benutzt, die gleichfalls meist noch vorhanden oder durch Tausch leicht zu beschaffen sind: RE 134, RES 164, RGN 354, RE 034 oder ähnlich. Man kann jede beliebige Batterieröhre verwenden, bei der man Gitter und Anode miteinander verbindet, um sie so als Gleichrichter arbeiten zu lassen.

Der Heizfaden der VY 2 wird durch einen Widerstand von 600 Ohm ersetzt. Ist der Heizfaden der VY 2 noch in Ordnung, so kann man die Röhre natürlich in ihrer Fassung belassen; sie dient dann selbst als „Ersatzwiderstand". Die Umschaltung wurde so durchgeführt, daß sie später, wenn die Gleichrichterröhre VY 2 wieder erhältlich ist, ohne weiteres entfernt werden kann.

Als Netztransformator kann auch ein beliebiger Klingeltransformator benutzt werden; die Wicklung 5 Volt, 1 Amp. ist in der Regel gut geeignet. Der Transformator wird ohne Kappe verwendet; man benötigt dann wenig Platz für ihn. Auch die in sogen. Sparlampen vorhandenen kleinen Transformatoren können benutzt werden, da sie meist 4 Volt, 0,3 Amp. liefern. Wer den Transformator selbst wickeln will (z. B. unter Verwendung des Kernes eines Nf-Transformators), kann sich an die Angaben in *Bild 3* halten.

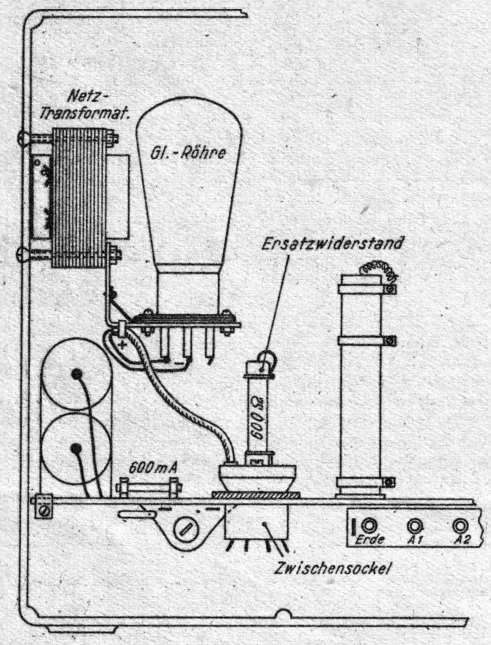


Bild 1. Anordnung der nachträglich einzubauenden Teile

Der mechanische Einbau des Netzteils in den DKE ist aus *Bild 1* ersichtlich. Transformator und Fassung für die Gleichrichterröhre werden an der linken Seitenwand angebracht; die Verbindung mit der Schaltung erfolgt durch einen Zwischensockel, den man von einer schadhaften VY 2 nimmt. Auf diesem Sockel wird auch der 600-Ω-Widerstand angebracht. Man kann einen gewöhnlichen Stabwiderstand verwenden; die Belastung beträgt 1,5 Watt.

Der hier beschriebene, vielfach erprobte Umbau zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß er mit auch heute noch leicht erhältlichen Teilen und Röhren auskommt und nur wenig Zeit und Arbeitsaufwand erfordert; trotzdem wird jeder Eingriff in die eigentliche Empfängerschaltung vermieden, so daß der so geänderte DKE, sobald eine VY 2 verfügbar ist, sofort wieder mit dieser betrieben werden kann. Man braucht nur den zum Behelfs-Netzteil führenden Zwischensockel herauszunehmen und die VY 2 in die Fassung einzusetzen. Da der Umbau leicht auszuführen ist, dürfte dieser Vorschlag geeignet sein, viele heute stumm bleibende DKE wieder in Betrieb zu setzen.

Rudolf Nußbaum

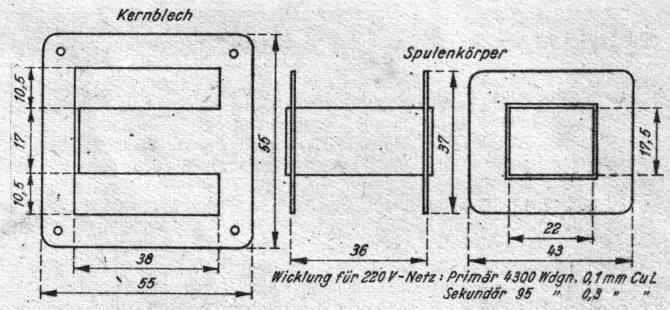


Bild 3. Kernblech und Wickeldaten für Netztransformator

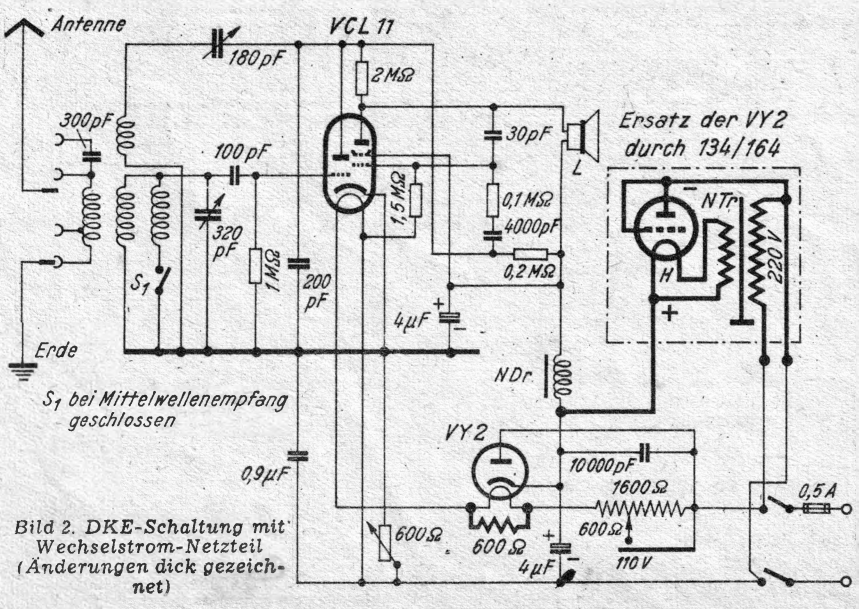


Bild 2. DKE-Schaltung mit Wechselstrom-Netzteil (Änderungen dick gezeichnet)

Schliche und Kniffe

Heizfadendefekte

Zeigen Röhren Unterbrechung des Heizfadens, so können folgende Ursachen vorliegen:

1. Der Anschlußdraht im Sockel ist oxydiert und hat nicht mehr genügend Kontakt mit der umgebenden Lötmasse. Dieser Fehler tritt hauptsächlich bei den modernen Wechselstrom-Endröhren auf. In diesem Falle muß der Anschluß nachgelötet werden.
2. Die Unterbrechung des Heizfadens liegt im Innern der Röhre. Ist der Abstand der Fadenenden an der Unterbrechungsstelle nur sehr klein, dann besteht die Möglichkeit, den Kontakt wiederherzustellen. Zu diesem Zweck legt man über eine Glimmlampe und über entsprechende Vorwiderstände eine Spannung von etwa 2000 V Gleichstrom an. In vielen Fällen wird der Kontakt der Fadenenden wiederhergestellt. Es empfiehlt sich dann, die Röhre über entsprechende Vorwiderstände aus einem Gleichrichter mit etwa 500 V Leerlaufspannung (nur bei Gleich- und Allstromröhren) zu erhitzen. Entsteht bei der Erwärmung des Fadens wieder eine Unterbrechung, dann werden die Enden durch den entstehenden Lichtbogen sofort wieder zusammengeschweißt. Zeigt die Röhre nach mehrmaligem Heizen keine Unterbrechungen mehr, so kann sie in das Gerät wieder eingebaut werden. Es empfiehlt sich, den Empfänger längere Zeit zu betreiben und dabei öfters auszuschalten, um die Röhre zwischendurch erkalten zu lassen. Zeigen sich auch hierbei keine Unterbrechungen mehr, so darf man annehmen, daß die Reparatur gelungen ist. Röhren mit einem höheren Heizstrom kann man unmittelbar aus dem Netz über einen Schiebewiderstand oder über Glühlampen heizen.
3. Bei einigen Gleichrichterröhren ist der Heizfaden lediglich an einer Stelle unterbrochen, so daß man durch Klopfen die Enden wieder zusammenbringt. Man schaltet einen Gleichrichter von 500 V Ausgangsspannung über einen Schutzwiderstand an die beiden Heizfadenenden und versucht, durch einen Lichtbogen die Heizfadenenden zur Weißglut zu bringen und sie dann aneinanderzulegen. Der Lichtbogen darf nicht zu stark sein (zu kleiner Vorwiderstand) und nicht zu lang dauern, da sonst der Faden wegschmilzt. Zu schwach darf er auch nicht sein, da in diesem Falle die Fadenenden zu geringe Temperatur haben. Bei einigen Röhren gelang das Zusammenschweißen der Heizfadenenden so gut, daß selbst bei stärksten Erschütterungen eine Unterbrechung nicht mehr auftrat. Bei Zweiweggleichrichterröhren kann man gegebenenfalls auch den einen Weg totlegen und die Röhren nur noch als Einwegröhren benutzen.

Behelfsmäßige Potentiometerreparatur

Bei der Reparatur ist es schwierig, den Schleifer auf eine andere Bahn zu setzen. Eine Überbrückung der beschädigten Stelle erzielte ich mehrfach durch Bleistiftstriche, die ich über und unter die verbrannten Stellen der Widerstandsmasse zog. Wenn die Beschädigung der Masse geringfügig ist, arbeitet der Regler wieder einwandfrei und die meist verhältnismäßig kleine Strecke, auf der infolge der Überbrückung keine Regelung erfolgt, ist insbesondere bei Klangblenden kaum zu bemerken. Ein so reparierter Regler arbeitet bei mir seit drei Monaten einwandfrei.

Elektrolytkondensator ohne Masseverbindung

Ein Radiogerät Baujahr 1937 bringt das für schlechte Siebung charakteristische Netzbrummen mit häßlichen Kratzgeräuschen. Ein versuchsweise angeschlossener Kondensator beseitigt diesen Fehler vollkommen. Da liegt der Gedanke nahe, daß der Kondensator seine Kapazität verlor und man ist geneigt, den Kondensator auszuwechseln. Bei diesem war jedoch bei einer Prüfung nach dem Ausbau k e i n Fehler festzustellen.

Die genauere Untersuchung ergab vielmehr, daß sich zwischen Kondensatorgehäuse und Chassis eine isolierende Oxydschicht gebildet hatte, so daß dieser lediglich plusseitige Verbindung hatte. Die Säuberung des Chassis und des Kondensatorgehäuses ergab wieder einwandfreien Empfang.

Werner Heidkamp

Die Schaltung
Allstrom-Einkreiser mit der VEL 11

Gegenüber der alten DKE-Schaltung mit der Röhre VCL 11 besitzt ein mit der neuen Kombinationsröhre VEL 11 bestückter Einkreiser wesentlich höhere Empfindlichkeit und größere Ausgangsleistung.
Die in *Bild 1* gezeigte und erprobte Schaltung unterscheidet sich vom alten DKE hauptsächlich durch das Schirmgitterspannungspotentiometer (1 MΩ, 0,3 MΩ) und die Schirmgitterspannungssiebung (0,5 µF).
Die negative Gittervorspannung für die Endtetrode wird durch Spannungsabfall des Anodenstromes erzeugt (Widerstand 250 Ω).
Es empfiehlt sich auch mit Rücksicht auf die etwas höhere Ausgangsleistung einen hochwertigen permanentdynamischen Lautsprecher mit Ausgangsübertrager Anpassung 9 kΩ) zu verwenden. Fritz Kunze

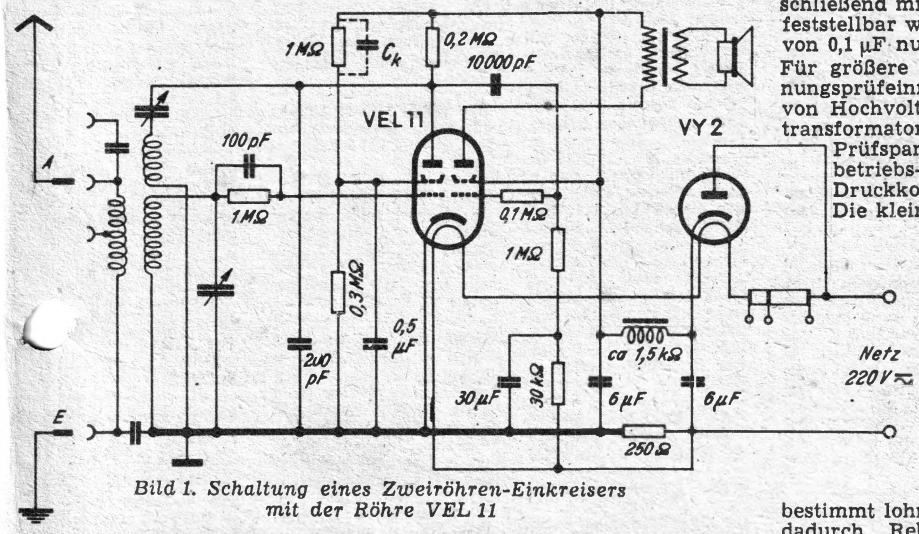


Bild 1. Schaltung eines Zweiröhren-Einkreisers mit der Röhre VEL 11

PRAKTISCHE FUNKTECHNIK

Kondensatorprüfgerät für die Werkstatt

Über die Bedeutung der Prüfspannung von Roll-Kondensatoren scheint man sich in vielen Reparatur-Werkstätten noch nicht völlig im klaren zu sein. Wiederholt kann beobachtet werden, daß durch Verwendung von Kondensatoren mit ungenügender Prüfspannung schwere Schäden in Geräten hervorgerufen werden. Zu diesem Thema ist schon soviel geschrieben worden, daß es sich eigentlich erübrigen müßte noch etwas darüber zu sagen. Deshalb sollen in einer kurzen Wiederholung nur die wichtigsten Grundregeln angegeben und die Schaltung eines bewährten Hochspannungsprüfgerätes für Kondensatoren gebracht werden.

Die während des Betriebs an einem Kondensator liegende Spannung sollte ein Drittel der Prüfspannung nie übersteigen. Diese Spannung bezeichnet man allgemein mit Arbeitsspannung. Bei der Berechnung der Arbeitsspannung ist zu beachten, daß an Stellen, an denen eine Gleich- und Wechselspannung zugleich auftritt, die Arbeitsspannung aus dem Gleichspannungswert und dem halben Scheitelwert der Wechselspannung zusammengesetzt ist. So liegen beispielsweise an der Anode einer EL 11 ungefähr 250 Volt Gleichspannung. Bei voller Aussteuerung und normalem Außenwiderstand steigt die tonfrequente Wechselspannung auf fast 300 Volt an. Die Gesamtspannung beträgt also über 500 Volt. Deshalb würde ein normaler Papierblock mit 1500 Volt — Arbeitsspannung hier sehr schnell durchschlagen.

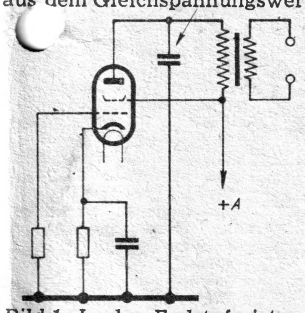


Bild 1. In der Endstufe ist der Klangfarbenkondensator im Anodenkreis besonders gefährdet

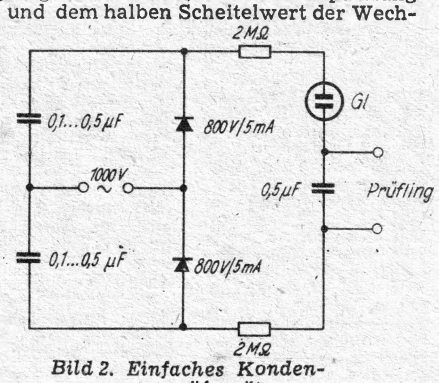


Bild 2. Einfaches Kondensatorprüfgerät

Die höchstbelasteten Kondensatoren im Rundfunkgerät sind der Überbrückungskondensator über die Gleichrichterröhre bzw. über die Anodenspannungswicklung des Netztransformators und der Ableitkondensator an der Anode der Endröhre *(Bild 1 und 3)*.
Bei der Angabe der Prüfspannung achte man darauf, ob die Prüfspannung in Gleich- oder Wechselspannung angegeben ist. Im allgemeinen gilt die Regel, daß bei Wechselstrom die Prüfspannung um ein Drittel höher sein soll als bei der entsprechenden Gleichspannung.
Die heutige Materialschwierigkeit wird oft dazu führen, daß man statt eines Kondensators mit hoher Prüfspannung an kritischen Stellen zwei normale Kondensatoren in Reihenschaltung verwendet. So ergeben zwei Kondensatoren von je 20 000 pF und 1500 Volt — in Reihe geschaltet eine Kapazität von 10 000 pF und 3000 Volt.
Auch der Isolationswiderstand eines Kondensators kann von großer Wichtigkeit sein. Ein Kondensator mit höherer Prüfspannung wird aber meistens auch einen höheren Isolationswiderstand aufweisen.

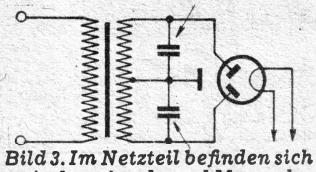


Bild 3. Im Netzteil befinden sich zwischen Anode und Masse der Gleichrichterröhren gleichfalls höchstbelastete Kondensatoren

Zu den heute viel im Handel befindlichen tropenfesten Kondensatoren aus kommerzieller Fabrikation (bekannt als Heka- oder Sikatrop!) sei hier erwähnt, daß sie einen sehr hohen Isolationswiderstand haben und die Spannungsfestigkeit stets weit über dem angegebenen Wert liegt. Eine Reihe von Sikatropkondensatoren konnten 30 Sekunden mit 1000 Volt ~ und anschließend mit 2000 Volt — geprüft werden, ohne daß ein Durchschlag feststellbar war. Dabei waren diese Kondensatoren bei einer Kapazität von 0,1 µF nur für 110 Volt Arbeitsspannung gedacht.
Für größere Werkstätten dürfte es sich empfehlen, eine Hochspannungsprüfeinrichtung gemäß *Bild 2* aufzubauen. Unter Verwendung von Hochvoltselenzellen in Delonschaltung und eines normalen Netztransformators mit 2×500 Volt Anodenwicklung läßt sich leicht eine Prüfspannung von fast 3000 Volt herstellen. Wer das Gerät betriebs- und unfallsicher aufbauen will, kann sich noch einen Druckkontakt nach *Bild 4* anfertigen.
Die kleine Mühe der Vorprüfung von Kondensatoren dürfte sich bestimmt lohnen, da dadurch Reklamationen und weitere Schäden an Geräten sicher vermieden werden können.
Günther W. Wielan

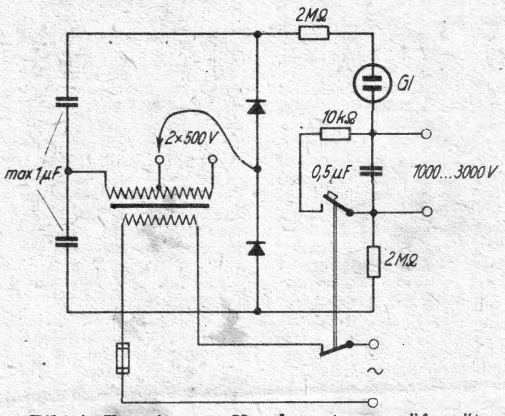


Bild 4. Erweitertes Kondensatorenprüfgerät.

FUNKSCHAU-Leserdienst!

Der FUNKSCHAU-Leserdienst hat die Aufgabe, die Leser der FUNKSCHAU weitgehend in ihrer technischen Arbeit zu unterstützen; er steht allen Beziehern gegen einen geringen Unkostenbetrag zur Verfügung. Wir bitten allen Anfragen 24 Rpf. Rückporto beizulegen.
FUNKSCHAU-Briefkasten (je Anfrage 75 Rpf.), **Herstellerangaben** (je Anfrage 50 Rpf.), **Literatur-Auskunft** (je Anfrage 75 Rpf.), **Funktechnischer Berechnungsdienst** (mit und ohne Kostenvoranschlag, Bedingungen s. Heft 7, 1946). **Netztransformatoren-Berechnungsdienst** (je Wicklung RM. 1.—, für Sonderfälle Sonderpreis).
Röhren-Regenerierung: Direkt geheizte Röhren werden zur Zeit von Lesern aus den Westzonen angenommen. Wir bitten um Anmeldung der zu regenerierenden Röhrentypen. Röhren können jedoch erst nach Eingang der Annahmebestätigung eingesandt werden.
Keine Röhren ohne Zusendungs-Aufforderung einsenden!! Regenerierungsanträge sind an FUNKSCHAU-Leserdienst, Kennwort „Röhrenregenerierung", zu richten.
Anschriftenvermittlung: Liste der Ostflüchtlinge (24 Rpf. Rückporto; frühere und jetzige Anschriften laufend erbeten), Liste der Großhändler Münchens und der fränkischen Großhändler (48 Rpf.).
Anschrift des FUNKSCHAU-Leserdienstes: Schriftleitung FUNKSCHAU, Abtl. Leserdienst, (13b) Kempten-Schelldorf, Kotterner Straße 12. Wir bitten unsere Leser, in sämtlichen Zuschriften Absender und genaue Adresse auch am Kopf des Schreibens in Druckbuchstaben anzugeben.

Oberfränkische Radio- und Elektroschau

Die von der Fa. Kebeck & Salomon, Bayreuth, für Mitte Januar 1947 vorgesehene Radio- und Elektroschau kann aus technischen Gründen erst im Frühjahr 1947 stattfinden. Alle Interessenten werden seitens des Veranstalters auf dem laufenden gehalten. Für alle Teilnehmer der Ausstellung, die sich auf Grund des früheren Termins noch nicht zu einer Beteiligung entschlossen haben, besteht also die Möglichkeit, sich noch nachträglich zu melden. Die Anschrift des Veranstalters lautet: Kebeck & Salomon, Bayreuth, Erlanger Straße 13, Telefon 3512.

Mitarbeiter dieses Heftes:

Heinz G. Ballauf (12. 11. 1920, Lauchhammer Sachsen)
Heinrich Brauns (16. 6. 1922, Westfeld-Aalfeld/Leine)
Werner W. Diefenbach (28. 4. 1911, Darmstadt)
Wolf Gruhle (23. 7. 1924, Heidelberg)
Werner Heidkamp (6. 10. 1925, Essen)
Eckart Klein (6. 9. 1908, München)
Dipl.-Ing. Benno Körber (8. 9. 1917, Helsinki)
Ing. Fritz Kühne (8. 2. 1910, Leipzig)
Fritz Kunze (12. 10. 1895, Berlin)
Otto Limann (19. 2. 1910, Berlin)
Oskar Merz (8. 4. 1893, Altsadt-Rottweil)
Ing. A. Müller (20. 2. 1914, Kiel)
Rudolf Nußbaum (11. 4. 1911, Erfurt)
Hans Raab (20. 5. 1914, München)
Ottwin Schultze-Berghoff (25. 10. 1921, München)
Hanna Schweitzer (21. 1. 1895, Leipzig)
Joachim Selmke (27. 5. 1919, Bochum-Werne)
Dipl.-Ing. Herbert Simon (6. 4. 1912, Offenbach/M.)
Hans Jürgen Struve (4. 5. 1915, Berlin-Charlottenburg)
Günther W. Wielan (1. 3. 1922, Berlin)
Hans Jürgen Wilhelmy (28. 6. 1915, Vina de Mare)

Hauptschriftleiter: Werner W. Diefenbach (zeichnet auch R. T. B.), (13b) Kempten-Schelldorf (Allgäu), Kotterner Str. 12, Fernspr. 2025; für den Anzeigenteil: Oscar Angerer, Stuttgart-S., Mörikestr. 15 / Verlag: FUNKSCHAU-Verlag Oscar Angerer, Stuttgart-S., Mörikestraße 15, Fernsprecher 7 63 29 / Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, München 2, Luisenstraße 17, Fernsprech-Nr. 36 01 33 / Veröffentlicht unter der Zulassungsnummer US-W-1094 der Nachrichtenkontrolle der Militärregierung / Erscheint monatlich / Auflage 20 000 / Zur Zeit nur direkt vom Verlag zu beziehen. Vierteljahresbezugspreis RM. 2.40 (einschl. 8,04 Rpf. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 21 Rpf. Zustellgebühr / Einzelpreis 80 Rpf. / Lieferungsmöglichkeit vorbehalten / Anzeigenpreis nach Preisliste 1 /
Nachdruck sämtlicher Aufsätze und Bilder - auch auszugsweise - nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlages gestattet.

SUCHE

Suche laufend kommerzielle Röhren RV 12 P 2000, RV 12 P 4000, RG 12 D 60, RV 12 P 2001, LD 1. Auch Fassungen dafür. Radio-Zentrale Werner Recksiek, (21a) Loxten Nr. 110 über Halle i. W.

Görler F 274, 2× F 159, F 162, F 164, F 206, 2× D 23 B zu kaufen gesucht oder ev. Tausch nach Übereinkunft. W. Nordhoff, (21a) Marl i. W., Altmarkt 5.

Kaufe laufend jeden Posten Radiomaterial. Ing. Gustav Guth, (14a) Salach/Wttbg.

Suche: Defekte Röhren, Geräte, Lautsprecher sowie Meßger. u. Radioeinzelteile, Spulen, RV 12 P 2000, bei bester Bezahlung. Ang. A. Vorndran, Würzburg-Heidingsfeld, Elsässerweg 65.

4× 550-pF-Drehko zu kaufen oder tauschen gesucht; gut abgeglichen u. möglichst gekapselt. Hugo Brosch, Wiesbaden-Biebrich, Lebensmittelgroßhandl. Heuchert u. Mehl, Wiesbadener Str. 53.

Suche „Philips" kleine Kapazitäts- u. Widerstandsmeßbrücke und Tongenerator, gut. Reißzeug, Rechenschieber zu kaufen. **Biete** als Gegenwert Röhren, Transformatoren (Ausgangs- oder Netztrafos nach Angaben), ev. Rundfunkempfänger. Konrad Hartmann, Küps 7/Oberfr. b. Kronach.

Bei best. Bezahlung dringend zu kaufen gesucht (evtl. auch Tausch): 1 Meßsender, 1 Tonfrequenz-Generator, 1 Röhrenvoltmeter, 1 Ausgangsleistung d. Fa. Elektro-Runkel, Frankfurt am Main, Eschersheim, Geigerstraße 1.

Kaufe laufend Röhren: RV 12 P 2000, RV 12 P 4000, RG 12 D 2, RV 2,4 P 700. Ing. Gustav Guth, (14a) Salach/Württemberg.

Oszillograf, bestehend aus Wobbler, Zf-Verstärk., Braunsche Röhre mit Kippgerät, zu kaufen gesucht. Angebote mit genauer Angabe usw. erbeten unter Nr. 460 N.

Normalfilmprojektor zu kaufen oder tauschen gesucht. Ing. L. Mihalyfy u. K. Sotanji, Ascha/Kr. Bogen.

Wickelmaschine für Trafos zu kaufen gesucht oder gegen Meßinstrumente zu tauschen. Theo Lietmeyer, Rheine i. Westf., Ibbenbürenerstr. 29

Kompl. Kinoeinrichtung (Masch. Verstärk., Lautspr. usw.) ges. Spiellizenz vorhanden. Evtl. kann sehr gut erhalt. PKW (Opel), Leica u. a. Sachen in Zahlg. gegeben werden. Übernehme auch in der brit. oder amerik. Zone ein fertiges Kino, käufl. od. z. Pacht. Angebote unter Nr. 443 Sch.

Schaltbildersammlungen, Limann, Prüffeldmeßtechnik; Schadow, Rundfunktechnik, zu kaufen oder zu tauschen gegen Röhren (P 2000) oder Lautspr. Zuschriften u. Nr. 358 K.

Schallplatten-Schneidgerät, Tonabnehmer u. Radioersatzteile zu kaufen od. tauschen gesucht. Angebote u. Nr. 487 K.

Rundfunktechn. Apparatebau sucht **Großhändler.** der Einzelteile zur Herstellung von Rundfunkgeräten liefert. Alleinvertrieb wird demjenigen übergeben, der den Gesamtbedarf an Material und Einzelteile deckt. Ang. u. Nr. 418 K.

Projektionslampen, 30 V., 900 Watt, für Zeiß-Ikon-Kofferfilm-Gerät gesucht. Angeb. an Tonfilm-Lichtspiele Oberberg-Nord, Gummersbach (22a), Luisenstraße 5.

Für meine Instandsetzungs-Spezialwerkstätte suche ich zu kaufen od. gegen Rundfunkeinzelteile zu tauschen: 1 Röhrenvolmeter mit Netzanschluß Type UGW, Rohde u. Schwarz, 1 Wattmeter 0—200 W Nora od. Neuberger, 1 Röhrenprüfgerät Type RPG 4/3 Bittorf u. Funke, 1 Röhrenprüfgerät Type W 12, B. u. F. und mehrere Meßgeräte können in Zahlung gegeben werden. Angebote an **Radio-Huck,** Nürnberg, Fürther Str. 37, Tel. 62 9 90, erb.

Suche dringend zu kaufen oder gegen Tausch: Röhren: LV 1, CK 1, Lautsprecher aller Typen, Drehkondensatoren 500 cm (Luft), Potentiometer 0,5 MΩ und 0,1 MΩ m. Schalter, Rückkopplungen 180—250 cm und alle sonstigen Rundfunkteile. Funktechnisches Büro u. Laboratorium S. Fischbacher, Hamburg-Altona, Schützenstr. 73.

Schwerkriegsbeschädigter sucht dringend zur fachl. Weiterbildung gute Fachbücher wie Datsch „Funktechnik", Ratheiser „Rundfunkröhren", Polatzek, „Leitfaden", Günther, „Meßtechnik" oder ähnliche. Gefl. Angebote erb. u. Nr. 510 D.

Feinmechanik.-Drehbank, Spannzangen u. drei **Backenfutter** gesucht, evtl. gegen gutes Rundfunkgerät. Angebote an Techn. Büro C.-H. Dahle, Ing., Bad Tölz/Obb., Buchnerstr. 12, Tel. 741.

Suche Neumann **Schallfolienaufnahmemaschine** R 21, oder ähnliche einwandfrei arbeitende Maschine. Neumann Kondensatormikrofone und passenden Verstärker dafür. Angebote u. Nr. 499 B.

Defekte **Elkos.** Becherkondens., Trafos, Lautsprecher sowie reines **Alu** (99%), Pertinaxrohr, Alufolie, Kondens. Papier in jeder Menge zu kaufen gesucht (evtl. Tausch). Angebote erb. an: **„Astra"** Ing. Korll u. Flindt, Radioeinzelteile-Erzeugung und Gerätebau, (24) Schleswig, Chemnitzstr. 56.

Zahle jeden Preis für **Röhre DAF 11** Paul Arnhold, (21b) Steinenpforte üb. Witten, Haus Bergfried.

VERKAUFE

Gleichrichterröhren für Ladezwecke und Verstärker. Selensäulen für Radio u. Verstärker. ab Lager lieferbar. Regenerieren von Gleichrichter-Kolben. 10—25 Amp. Ladegeräte und Radio-Umformer kurzfristig. Angebote unter Nr. 471 M.

Achtung! Ein neuer Empfängersender ohne Röhren u. ohne Netzteil, denkbar einf. Bau. Schaltung u. Bauanleitung RM. 3.— durch Ingen. Herbert Hesse, (13a) Küps i. Bayern.

Einige perm.-dyn. Lautsprecher, 25 und 40 Watt, Gleichstrommot. 110 V, 1/2 PS, Agfa Parabol-Dunkelkammer-Lampe, 70 cm Durchm., zu verkaufen od. zu tauschen gegen Universal-Meßinstr., Lötkolben 220 V, Lötlampe, Drei- oder Vierbackendrehbankfutter, kl. Drehbank, elektr. Bohrmaschine 220 V, Werkzeug, Schraubstock, Reduzierventile u. Zubehör f. autog. Schweißung usw. Angebote unter Nr. 356 S.

Prüf-Öltransformatoren, 220/2100 V, 490 VA, 300 RM. Nitschmann, Pyrmont.

Verkaufe Spulenwickelmaschinen, auch Tausch gegen Netzsuper. Angebote unt. Nr. 379 R.

Für unsere alten Abnehmer, auch jetzt noch lieferbar, solange Vorrat. Reparaturkarten u. Reparaturbücher usw. wie bekannt. „Druvela" D.R.W.Z., Gelsenkirchen.

Stabilisatoren in Metallgehäuse, 160/60 Z, Preis RM. 41.40, lieferbar. Wandel u. Goltermann, Reutlingen, Metzgerstraße 36.

Beleuchtungskörper und elektr. Feueranzünder liefert an Händler Jos. Trompetter, Overath, Bez. Köln.

Mauerkassetten mit best. 2- u. 3-Riegelschloß, Größe 30×20×25 cm, RM. 80.—, sof. lieferbar. 30×34×25 cm RM. 106.—, 40×42×25 cm RM. 131.—, kurzfr. lieferb. Angebote unter Nr. 437 S.

Fernsprech-Wählzentrale zu verkaufen. Angebote unter Nr. 444 G.

Biete: RC-Sender 100 Hz bis 100 Khz., Ausgangssp. regelbar von 0,1—10 V, Röhrentastvoltmeter in 3 Meßbereichen 0,02—0,15/0,05—0,5/0,3—2 V, Frequenzbereich 10 Khz—300 MHz, beide Geräte neu, kompl. m. Röhren, mA-Meter 85×85 mm Isolierstoff 0—0,1 mA, Spiegelsk., Messerzeiger, gegen Angebot oder evtl. gegen Bezahlung unter Nr. 448 M.

Katodenstrahloszillograf (Philips od. ähnl.) u. Röhrenprüfgerät RPG 4 mit Zusatz od. ähnl. zu kaufen gesucht. Zu Höchstpreisen od. auf Anfrage im Tausch. Angebote unter Nr. 440 H.

„WA-LI-RADIOLEKT" Spezialleim für die Radio- u. Elektro-Industrie in alter Qualität wieder lieferbar. Walther Lippold, o. H.-G., (13b) Holzkirchen/Obb.

Verkaufe fabrikneuen Empfänger-Eichprüfer „Evertz" UEP 100 mit Zubehör. Anton Metzger, (13a) Marktheidenfeld 345, Unterfranken.

VY 2-Ersatz-Gleichrichteraufbau, einsteckfertig, liefert bei Gestellung von Sockeln Obering. Herm. Hohm, (16) Gelnhausen, Alte Leipziger Straße 1 d.

Baubesprechung: „Totale Tastenwahl-Automatik", 10000 Haltestuf. mittels 40 Tast. (Patentsache), RM. 10.—. Postsch. Ffm. 5807. J. Ph. Hahn, Darmstadt.

Lief. Kleinkondensatoren in den Größen von 30, 50, 100, 200, 500, 5000, 10000, pF. Auf Wunsch Sondergröß. Zuschr. unter Nr. 479 B an Funkschau-Verlag.

TAUSCHE

Biete: Röhren LG 1001, el. Gebläse 120 Volt 75 Watt ∾, Gleichstrommot. 110 V 0,4 KW. **Suche:** Röhren RV 12 P 2001, RV 12 H 300, LS 50, LV 3, LV 13, NF 2, RL 4, 8 P 15, RG12 D 2, RG 12 D 3, LG 7. Angebote unter Nr. 424 K.

Biete: Superhet, 980—10200 Hz, 5 Bereiche, 8 Bandbreit., Röhren 12 Stück RV 2 P 800 u. Superhet, 24,5—61,2 MHz, 4 Bereiche, Bandbreite regelbar, Röhren 12 Stück RV 2 P 800. **Suche:** Gleichwertigen Kurzwellen-Superhet f. Netzbetrieb, jed. mögl. mit Rundfunkbereich (z. B. KST, Philips CRIOI, E 52 o. a.). Angebote unter Nr. 401 H.

Suche: Spulenwickelmaschine u. Transformat.-Wickelmasch., Röhrensockel, Cu-Lackdraht. **Biete:** Allstr.-Radiogerät od. Meßinstrumente. Angebote u. Nr. 394 B.

Biete: Ladegerät 1—3 Zellen/Protos/1,0 0—6 Amp., 10 Lautsprech. Freischw. DKE. **Suche:** VE, VE dyn. Trafos, Spannungsteiler f. DKE, Drosseln b. 60 mA. **Biete:** 100 Stück Tischlampen, Holzart Buche, hell mattiert, sauber gearbeit., z. Fertigmontieren. **Suche:** Rundfunkmaterial-Lampenfassungen od. Sonst. Angeb. m. Rückporto. **Biete:** Rundfunkgehäuse in sauberer, einfach. Ausf. Gr. ca. 45× 25×20 ccm. Freimarke beileg. **Suche:** Gegenangebote. **Biete:** Einkreiser-Chassis, mech. fertigmontiert, mod., nur zum Schalten. Was bieten Sie? Freiumschlag beilegen. **Biete:** Dyn. Lautsprecher m. Anpassungstrafo. **Suche:** VE-W VE-Dyn. Chassis, auch o. Röhren, Drosseln, Skalenlämpchen 10—18 Volt 0,1 Amp. **Biete:** Lautsprecher. **Suche:** Schallplatten, klassisch und Schlager, neu, Mehrfachplattenspieler. **Biete:** Kleinlautsprecher mit 4facher Anpassung, ⌀ 18 cm. **Suche:** Kupferlackdraht 0,5, 0,8, 1 mm, Isolierbandagen/Papier/Preßspan für Trafos. Angebote u. Nr. 434 P.

Biete: 2×LK 4330. **Suche:** Handball, elektr. Eisenbahn od. ähnl. Ang. u. Nr. 428 L.

Biete: Größere Zahl Eisenwasserstofflampen 0,2 A, 80 bis 200 Volt. **Suche:** Radioröhren, Lautsprecher, insbes. für DKE, Radioteile u. Apparatewraks. Angebote unter Nr. 477 A.

Biete: Universal-Meßgerät, Gleichstrom (2 mA bis 12 A) u. Gleichspannung (6 Volt bis 600 V), Wechselspannung (6 V bis 300 V) bei 6, 12 u. 60 V Z = 7500 Ω, bei 300 V Ri = 187 500 Ω. **Suche:** Herrenarmbanduhr, mögl. Stopper, Foto od. Schreibmasch., evtl. Wertausgleich. Angebote unt. Nr. 423 S.

Biete: Universalinstr. Univa. **Suche:** Rundfunkempfänger. Angebote unter Nr. 416 R.

Biete: Multavi II. **Suche:** Radio od. Schreibmaschine od. Kleinbildkamera. Angebote u. Nr. 419 S.

Biete: Multavi II, Feldmeßk. Phil. Kartograph II, 70 Watt Telefunken-Verst. m. 4 EL 12 spez., 3 20-W-Endstufen, 3 Siemens-Verst., 3 Telef.-Kond. Mikrofone kompl., 4 Maxim.-Ltspr., Rö. RV 12 P 2000 und 4000, RL 12 P 10. LS 50, 094, Kond. 1 u. 6 Mf. u. andere Teile. **Suche:** Mehr. Perm.-Lautspr. 4—25 W. Verst. 20/25 W, Umf. 12 od. 24 V = 110 od. 220 Volt ∾, Pl. sp. Motore, kleine Tischdrehbank, Wickelmaschine, Tischbohrm., Schleif- u. Pol.-Masch., Wagen geeign. als Ltspr.-Wagen (mögl. brit. Zone). Angebote unter Nr. 409 B.

Biete: Radiosuper, Fonoschrank, Röhren. **Suche:** Kl. Mechanikerdrehbank, Röhrenprüfger. RPG 4/3, Meßbrücke „Philoscop", Nf-Schwebungs-Oszillator GM 2304. Angebote u. Nr. 403 G.

Biete: Multavi II. **Suche:** Guten 9/12-Foto-Apparat. Angebote unter Nr. 405 K.

Biete: Größere Anzahl Röhren aller Typen sowie Meßgeräte. **Suche:** Normaltonfilmwiedergabe-Apparatur. 35 mm. **Biete:** Röhren RV 12 P 2000, LD 1. LD 2, LV 1, Selen oder Röhren der A-, E- sowie C-Serie. **Suche:** Nur guterhalt. Spulenwickelmaschine, Mechaniker-Drehbank, Katodenstrahl-Oszillograf und Meß-Sender. Angeb. an Fa. Rawerk, Forchheim (Oberfr.), Torstr. 9.

Biete: Perm. Chassis, 4 W, mit Trafo, neu. **Suche:** UCH 11, A 15, neu. Hugo Aeckerle, Bad Wildungen, Rundfunkmechanikermeister.

Biete: 1 × EL 2, 1 × EL 2, 1 × AZ 12. **Suche:** 1 × CB L 1, 1 × ECH 11, 1 × EM 11. Ang. an Richard Bernion, (17a), Oberscheflenz/Baden.

Biete: 1 Kammermikrofon, neu, vollst. (Telefunken). **Suche:** Plattenspieler, Röhren od. Super ohne Röhren. Hans Weber, Brikenfeld/Wttb., Hauptstr. 7.

Biete: 2 RP 12 2001. **Suche:** REN 1834. Heinrich Schmerber, München 15, Pettenkoferstraße 14a.

Biete: ECH 3, ECH 11, P 4000 3mal in 8-pol. Sockel. **Suche:** Oszillator und Eingangskrs. (passd. f. ZF 468) od. kompl. Supers., Schule des Funktechnikers, 2fach Drehko. Angebote u. Nr. 420 S.

Biete: Multavi II, Isolationsmesser mit Kurbelinduktor v. S. und U., H. und B. Kreuzspulohmmeter, 2 Ohm bis 1 MOhm ablesbar, und S. und H. Ohmmeter 0—5000 Ohm, alles neu. **Suche:** Kapavi und Pontavi oder dergl., neu oder neuwertig. Angebote u. Nr. 477 A.

Biete: Elektr. Meßgeräte all. Art nach Wahl (Universalger., Meßbrücken, Schalttafelinstr.). **Suche:** Kompl. Mechanikerdrehbank. Ang. u. Nr. 468 F.

Biete: Einkreiser bis Super, Röhren vieler Typen, amerikanisch, auch Röhrentausch, 1- und 2fach Drehkos 200 bis 500 pF, Trol- und Luftdiele, neu. 1 Pertin.-Platte 105× 105×2 cm. Einbaumeßwerke 333 Ω/V, Drehspulsyst. Lautsprecher. Laufwerke kpl. 220 V, synchron. ∾ m. Tonarm. **Suche:** P 2000, 3000, 4000, LV 1. Selene 30—120 mA, LKW-Reifen 7.50—10.50×20, Kleinbildkamera 24×36 mm, Zement. Mech.-Drehbank 60 bis 100. Zuschr. F. Gg. Gmelin, Issing b. Landsberg a. L.

Biete: Röhrenprüfgerät „Tubatest" neu für sämtl. Röhren. **Suche:** Kodak-Retina o. ähnl. Kleinbildkamera, neuwertig. Erwin Götz, Forth b. Nürnberg, Haus Nr. 17.

Biete: H und B Multavi II (neu). **Suche:** H u. B Kapavi mit Kapavi-Summer (möglichst neu). A. W. Hasenstein, Wiesbaden, Lehrstraße 33/I.

Biete: Kleinbild-Spiegelrefl.-Kamera für 1:2.9. **Suche:** Lückenlose Schaltbildersammlung und Meßsender. Angeb. unter Nr. 472 K.

Biete: Perm.-dynam. Lautsprecher, EL 11, CY 1. CL 4, AL 4, 25 L 6, Präzisionsuhren 70 mm Durchm., verschiedene Einbau-Meßinstrum., Lötkolben. **Suche:** Universalmeßinstrum., Multavi, Multizet. AEG oder ähnl.. Schallplattenmotor oder -Chassis f. Allstrom. Kohl, München 15, Häberlstraße 12.

Biete: Mavometer WG 0 bis 1200 V/0—6 A.. fabrikneu, RV 12 P 2000, Drehkos 2× 500 pF. Selen-Gleichr. 240/60 u. 280/120, Lautsprecher Ela 204/1-Ultrawafl. **Suche:** Reiseschreibmaschine. ECH 11, EF 12, EF 13, EL 12. Kleinsuper. Angebote u. Nr. 475.

Biete: mA-Meter, 160 mm Durchm., Vollausschlag bei 0,2 mA, Voltmeter, Durchm. 160 mm bis 120 V. (Hartmann u. Braun, Hitzedraht). Umformer 12/270 V, 120 mA. Philips Wechselrichter 220 V. Projektorlampe 750 W, 120 V. **Suche:** Erstkl. Prüfsender 100/KHz/30 MHz. Radio-Kossen, Stolberg-Rhld., Rathausstraße 34.

Biete: Spulensätze Einkreiser, Zweikreiser, Super für Kurz-, Mittel- u. Langwelle mit Schaltung. **Suche:** Radiomaterial, Röhren, Meßgeräte, Tischbohrmaschine. Angebote unter Nr. 473 Sch.

Biete: Röhren nach Wahl, spez. engl. u. amerik. oder andere Artikel nach Vereinbarung. **Suche:** RGQZ 1,4/0,4 u. elektr. Lötkolben 220 Volt. H. Eckstein, Detmold-L., Adolfstraße 19.

Biete: Röhren AB 1, AC 2, AF 3, DCH 25, ECH 3, EBC 11, ECL 11, EL 12, KF 3, VC 1, CF 7, RGN 354, AZ 12, EZ 12, perm.-dyn. Lautsprecher 3 u. 4 Watt. **Suche:** Röhren AF 7, AL 4, CBL 1, CL 4, CY 1, CY 2, ECH 11, EBF 11, EF 9, EL 3, [illegible] 11, DL 11, DK 21, DL 21, [illegible] 134, RV 12 P 2000, Se[illegible] und 120 mA. Angebote unter Nr. 296 P.

Biete: Dr.-Max-Levy-Umformer, 220 V = auf 220 V ∾, 330 W mit Anlasser. **Suche:** Guten Mittelsuper für Allstr. oder Wechselstrom. Angebote unter Nr. 474 S.

Biete: Koffergrammola, Bootskoffer, „28×16×12,5, lederbezogen," zusammenklappbare Plattenteller, Parlophon, neuwertig. **Suche:** Gleichwertig. Radioapparat (Super). Angeb. unter Nr. 470 W.

Biete: 20-Watt-Kraftverstärker Telefunken, neu, mit Röhren 2× AC 2 und 2× EL 12 spez. **Suche:** 2 gute Wechselstrom-Super mit Gehäuse. Angeb. u. Nr. 470 W.

Biete: Mod. Meßsender, neu. **Suche:** Rundfunk-, UKW- oder kommerz. Empfänger, Schreibmaschine. Heinz Wittig, (13b) Garmisch-P., Münchener Straße 36.

Biete: Multavi R. [illegible] Bastlerdrehbank m. Z[illegible] E. Bengner, (23) Wymeer, Krs. Leer.

Biete: Siemens-Röhrenvoltmeter kpl., Kraftverstärker 90 W; Autobatt. 12 V, neu; Volksemof. neu, Cyl.-Taschenuhr, Heizkissen 220 Volt. **Suche:** Empfänger-Meßsend., Röhrenprüfgerät, Wechselrichter. Radio-Watermeyer, (20) Hannover-Linden, Brauhofstraße 2.

Biete: Elektronenstrahloszillografen Philips GM 3155. **Suche:** Kleinb.-Kamera „Contax" od. „Leica Stand. III". Angebote unter Nr. 347 R.

Biete: Röhrenvoltmeter für Gleich- u. Wechselspannung, neu, Fabr. Rhode u. Schwarz. Neue D-Röhren. 1 Gossen-Mavometer. **Suche:** Katodenstrahloszillograf, Widerstands-Meßbrücke. Frequenzzeiger, (AEG). Angebote unter Nr. 362 S.

Biete: Fabrikneue Röhren nach Wahl AL 4, AL 5, KL 1, AF 7, EL 2, EFF 50, RGN 1064, RV 12 P 2000, MF 2. **Suche:** El. Lötkolben 220 V. Angebote unter Nr. 382 N.

Biete: Umformer 12 V = 80 W und 12 V = 130 W mit geblechtem Feld, neu. **Suche:** Multizet. Drehkos. Lautsprech. auch DKE. u. Röhren Angebote unter Nr. 376 A

Mit freundlicher Genehmigung der WK-Verlagsgruppe für bastel-radio.de